



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Centro de Ciências Agrárias
Curso de Engenharia de Aquicultura

Isis Mayna Martins dos Reis

Sistema de recirculação para manutenção do polvo *Octopus vulgaris* em laboratório.

Florianópolis, novembro de 2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Centro de Ciências Agrárias
Curso de Engenharia de Aquicultura

Isis Mayna Martins dos Reis

Sistema de recirculação para manutenção do polvo *Octopus vulgaris* em laboratório.

Relatório da disciplina de Estágio Supervisionado II apresentado ao Curso de Engenharia de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina, como pré-requisito à obtenção do Título de Graduada em Engenharia de Aquicultura.

Orientador: Jaime Fernando Ferreira, Dr.

Florianópolis, novembro de 2011

AGRADECIMENTOS

Deus, obrigada!

Aos meus pais, pela educação privilegiada, carinho e dedicação.

Aos meus irmãos: Aaron, Lisianne, Samara por todo carinho e apoio ao longo de todos esses anos. Em especial a minha irmã Marilise pelo apoio durante todos os anos na faculdade.

À minha avó Marina Viana da Silva pelo incentivo mostrando que mesmo nos momentos mais difíceis devemos ter confiança e seguir em frente.

A toda a família Reis e Martins pelos votos de confiança.

À Roberta e sua família por todo o apoio e companheirismo ao longo de todos esses anos.

Às minhas amigas, pela paciência e alegria.

Aos meus colegas de faculdade por todos os momentos bons e arrebatadores que passamos durante o curso.

A todos os professores pela influência e contribuição na minha formação.

À professora Dr. Aimê Rachel Magenta Magalhães por me proporcionar o primeiro estágio na área de malacocultura e por me auxiliar na formação acadêmica.

Ao grupo do projeto polvo: Penélope, Grazi, Tiê e Fred, por terem me auxiliado na montagem do sistema e apoio durante a realização dos trabalhos.

Ao Itamar por todo o carinho e compreensão na difícil tarefa de capturar os polvos no Sambaqui.

A todos os técnicos, funcionários e estagiários do Laboratório de Moluscos Marinhos: Gustavo, Marcão, Tatu, Chico, Marisa, Marenzi, Zezé, Sino, Jaque, Cláudio Melo, Cláudio Blacher, Rico, Alexandre, Duda, Bê, Gilberto, Alexandra, Mari, Cauê, Linoca,

Patrick, Diego e Caio, por todo o apoio durante o período de estágio e descontração durante o café e ostras!

Ao Pancho, por todos os seus ensinamentos de “ingeniería” sem ele este sistema não teria sido dimensionado.

À Ana Lúcia pelo aprendizado e orientação proporcionado nas nossas experiências com as técnicas histológicas. Ao Rafael “Budha” (*in memoriam*) pela supervisão no primeiro estágio no LAMEX.

A todo o grupo do LABCAI, por todo o desafio e aprendizado em um semestre repleto de conhecimentos. Ao professor Afonso Bainy pela paciência, confiança e por me proporcionar novos caminhos de formação na academia.

Ao Dr. Jaime Fernando Ferreira, pela orientação, pela atenção e confiança no meu trabalho ao longo de três anos de projeto.

Ao projeto polvo e ao CNPq pela bolsa proporcionada ao longo do projeto.

À UFSC, por incentivar o ensino público e de qualidade. Em especial ao Departamento de Aquicultura.

A todos que não foram mencionados, mas que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

Muito Obrigada a todos!

“Suba o Primeiro degrau com fé.
Não é necessário que você veja toda a escada.
Apenas de o primeiro passo.”

Martin Luther King

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	15
3. MATERIAIS E MÉTODOS	16
3.1 O polvo <i>Octopus vulgaris</i>	16
Biologia reprodutiva do polvo (<i>Octopus vulgaris</i>).....	17
Engorda do polvo <i>O. vulgaris</i>	20
3.3 O sistema de recirculação.....	23
3.4 Captura e transporte dos exemplares	23
3.5 Experimento de alimentação 1	25
3.6 Experimento de Manutenção de Paralarvas	25
3.7 Experimento de alimentação 2	27
3.8 Experimento de Manutenção de mexilhões	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4.1 Montagem e dimensionamento do sistema.....	32
Tanques de cultivo	32
4.2 Manutenção do sistema	40
4.3 Experimento de alimentação 1	43
4.4 Experimento de manutenção de paralarvas.....	46
4.5 Experimento de alimentação 2	47
4.6 Experimento de manutenção dos mexilhões.....	49
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
6. REFERÊNCIAS	53
7. ANEXOS.....	58

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. O polvo <i>Octopus vulgaris</i> (A barra representa 10 cm).	16
Figura 2. Distribuição Mundial do <i>Octopus vulgaris</i> . (MARLIN, 2011)	16
Figura 3. Esquema da transferência dos espermatóforos até os dutos ovidutais da fêmea (DO) de <i>Octopus vulgaris</i>	17
Figura 4. Esquema do ciclo de vida do polvo (Adaptado de SEIXAS, 2009).	19
Figura 5. Localização da área do cultivo experimental no LMM.	22
Figura 6. Vista superior do LMM. Em vermelho, localização do sistema no laboratório.....	22
Figura 7. Sistema de recirculação semi-fechado com fluxo contínuo.	23
Figura 10. Bolsa de polipropileno para transporte em caixa de 100 litros.....	24
Figura 8. Percurso de transporte dos polvos, da área de cultivo em Sambaqui até o Laboratório de Moluscos Marinhos na Barra da Lagoa.	24
Figura 9. Refúgio de captura do tipo “covo”.	24
Figura 11. Pesagem dos polvos	25
Figura 12. Cultivo de paralarvas em sistema “green water”, período de luz e escuridão.	26
Figura 13. Tanque 1 e 2 para manutenção dos 6 polvos. Tanque 3 para manutenção de mexilhões vivos.	27
Figura 14. À esquerda dieta Mexilhão Congelado, à direita dieta Mexilhão vivo.	28
Figura 15. Manutenção de mexilhões no sistema de recirculação.	30
Figura 16. Layout e foto do tanque de 500 litros; Entrada de água, retorno da água para o sistema e água descartada para o efluente.....	32
Figura 17. Layout de um dos estrados com três tanques em sua superfície.	33
Figura 18. Componentes do skimmer do tipo Venturi utilizado no sistema.	34
Figura 19. Filtro biológico TP Jacuzzi®.	36
Figura 20. Distribuição do fluxo de água no sistema	42
Figura 21. Postura dos ovos	44

Figura 22. Cacho em estágio avançado de desenvolvimento.	44
Figura 23. Incubação de ovos, para determinar a taxa eclosão.	44
Figura 24. Paralarvas do polvo <i>Octopus vulgaris</i>	46
Figura 25. Quantidade de mexilhões consumidos.....	48

LISTA DE FLUXOGRAMAS

Fluxograma 1. Manejo diário nos tanques de cultivo.....	29
Fluxograma 2. Manutenção do tanque de mexilhões.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Comprimento dos três cachos, o número de ovos eclodidos e não eclodidos por cacho e a taxa de eclosão por cacho.....	45
Tabela 2. Dados de peso para os seis polvos, nas duas dietas, ao longo do experimento. ...	49

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados do uso de um sistema de recirculação do tipo semi-fechado com fluxo contínuo de água, para manutenção de polvos em laboratório que se mostrou uma alternativa viável de uso na medida em que 100% dos polvos utilizados sobreviveram neste sistema. Foi possível visualizar mais de uma cópula, postura e eclosão dos ovos. Neste sistema foi possível incubar os ovos e estes começaram a eclodir no 12º dia. Em uma das posturas foram coletados e mantidos três cachos de ovos da fêmea, a partir dos quais constatamos que nenhum deles obteve 100% de eclosão. Estimou-se 86 cachos nesta postura e que a quantidade total de ovos nesta postura foi de 163.400 ovos. Em relação à larvicultura, na tentativa de verificar a sobrevivência, utilizou-se uma baixa densidade de paralarvas (16 indivíduos L⁻¹) em tanques circulares de 500 litros, pelo período de 20 dias. Nos últimos dias de experimento ocorreu uma mortalidade em massa de paralarvas nos três tanques experimentais. Foi possível manter mexilhões *Perna perna* no mesmo sistema para serem utilizados como alimento, obtendo sobrevivência maior que 90%. No experimento de engorda, foi possível verificar que houve diferença estatística significativa entre as duas dietas testadas ($p= 0,01$), com um consumo maior de mexilhões congelados do que vivos. Quando analisado o ganho de peso, comparando-se os resultados para os seis polvos do experimento, não houve concordância entre as séries de dados, e o resultado para cada polvo teve que ser analisado separadamente. Foi realizado uma ANOVA seguida de teste segundo Tukey e verificou-se que apenas uma fêmea com ovos apresentava diferença de peso porém tendo iniciado os experimentos já com peso superior aos demais. Assim, considerando apenas cinco polvos, não foi possível verificar diferença significativa de ganho de peso entre os polvos alimentados com as duas dietas ($p= 0,09$). Por fim, os resultados obtidos com essa pesquisa apontam para a importância de projetos de pesquisa na área da aquicultura, principalmente no que se refere ao incentivo do uso de sistemas de recirculação, em particular, para manutenção do polvo *Octopus vulgaris*. Este é um passo extremamente importante para vencer o desafio de fechar o ciclo de vida da espécie em laboratório, com vistas à futura produção de *O. vulgaris* fora do seu habitat natural.

Palavras chave: recirculação, polvo, *Octopus vulgaris*, hatchery, moluscos

1. INTRODUÇÃO

A aquicultura marinha vem se desenvolvendo e mostra-se uma promissora atividade dentro da aquicultura mundial. Estima-se que até 2012 mais de 50% do consumo de pescados no mundo terá origem na aquicultura (FAO, 2011). Ainda segundo a FAO (2011), a aquicultura, em termos de produção mundial, gerou em 2008, 52,5 milhões de toneladas e renda de, aproximadamente, 78,8 bilhões de dólares. Já em 2010 a produção alcançou, aproximadamente, 57,2 milhões de toneladas.

De acordo com Ostrensky (2008), no Brasil, a aquicultura vem crescendo acima da média mundial. Dentro deste panorama, merece destaque o cultivo de moluscos que é responsável por 4,8% da produção aquícola nacional. No entanto, a cadeia produtiva enfrenta ainda dificuldades na comercialização destes moluscos, tornando necessária a busca novas espécies potencialmente cultiváveis que atendam o mercado consumidor. Considerando o desenvolvimento da maricultura e a necessidade de diversificar as espécies cultivadas, os cefalópodes despontam como uma interessante opção para o cultivo.

Cefalópodes são considerados a classe mais ativa e especializada dos moluscos. Possuem algumas características peculiares como: câmara de conchas em Nautilus, uma concha interna na lula e na sépia ou, sem concha como nos polvos. A maioria dos cefalópodes são carnívoros, nadam rápido e são pelágicos. Os cefalópodes possuem certas características como nos vertebrados mais desenvolvidos: olhos (com lentes, pupila e pálpebra), sistema nervoso bem desenvolvido e capacidade de aprender (de GROOT, 1995; apud VAZ-PIREZ 2004). Apenas algumas das espécies de cefalópodes são pescados comercialmente em larga escala (KREUZER, 1984). Lula é o principal grupo, com 73% da captura de cefalópodes no mundo, seguida da sépia com 15% e do polvo com 8%. A maior produção mundial dos cefalópodes aconteceu em 2000 quando se atingiu o número de 3,6 milhões de toneladas. Em relação à captura de polvo, Marrocos é o país líder

mundial, com 35% da produção total, seguido por Japão, Tailândia, Espanha e México (FAO,2003).

O polvo é um produto de elevado valor comercial e seu consumo vem crescendo consideravelmente no âmbito mundial (GLOBEFISH, 2010). No entanto, há deficiência no abastecimento deste cefalópode no mercado devido ao declínio da pesca, fazendo com que a demanda do mercado mundial seja maior que a oferta (VAZ PIREZ et al., 2004).

Segundo Teixeira (2011), a busca pela exploração de novos locais de captura tornou o Brasil um destino atrativo. Atraídos pelos baixos impostos e facilidades de importação e exportação, é crescente a pesca por barcos estrangeiros no litoral brasileiro e, cada vez maior, o interesse pela captura de polvos em nossas águas. Teixeira ainda afirma, a partir de dados de 2007 do IBAMA, que a pesca de polvos concentra-se nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, estado que por sua vez é responsável por mais de 80% das exportações desta espécie no país.

Neste contexto, o cultivo de polvo, surge como uma nova atividade dentro da maricultura de forma a atender a crescente demanda e preservar os estoques naturais.

No que tange à produção do *O. vulgaris*, é importante salientar que a espécie possui uma série de fatores positivos com relação ao cultivo. Apresenta um ciclo de vida curto (1 a 2 anos), taxas de crescimento elevadas (2 a 11% de peso corporal.dia⁻¹), fácil adaptação em cativeiro, elevada fertilidade, aceitação de alimentos de baixo valor comercial e poucas patologias (MANGOLD, 1983; VILLANUEVA et al., 1995; IGLESIAS et al., 2000).

Entretanto, o problema são as altas taxas de mortalidade obtidas na fase de larvicultura, devido às exigências nutricionais das paralarvas. É por este motivo que a produção em escala comercial tem se concentrado apenas na engorda de exemplares selvagens capturados de indivíduos jovens (750 g) até a fase adulta, quando atingem o tamanho comercial, 2 a 3kg (IGLESIAS et al., 2007).

O cultivo desses animais em laboratório permite um maior conhecimento sobre aspectos reprodutivos e engorda em ambiente controlado.

A exemplo de outras espécies marinhas, os polvos são cultivados no mar, em gaiolas flutuantes. Segundo Blancheton (2000), devido à poluição ambiental e outros efeitos negativos dos cultivos em gaiolas no mar, o desenvolvimento ecologicamente correto e bem sucedido de sistemas recirculação é cada vez mais frequente. Segundo Porto (2010), sistemas de aquicultura com recirculação (RAS – do inglês “Recirculating Aquaculture System”) são tecnologias que se apresentam como alternativas promissoras, no sentido de aliar produtividade a uma maior eficiência no uso da água através de seu acondicionamento e reuso, além de proporcionar uma menor emissão de poluentes.

O aumento no uso de sistemas de recirculação na aquicultura tem ocorrido em maior número principalmente porque a taxa de renovação de água dentro dos sistemas aquícolas tende à troca zero. Esta técnica já é praticada comercialmente em alguns países, em que só é reposta a quantidade de água perdida por evaporação durante o processo produtivo. A tecnologia de recirculação pode não só reduzir a demanda de água e o lançamento de efluentes, através do acondicionamento da água (PORTO, 2010), como possuir outras vantagens como conservação da temperatura da água, parâmetros de qualidade da água mais estáveis (VAN RIJN, 1996), um melhor controle da entrada de patógenos no sistema, eliminação do risco de escape de espécies exóticas no ambiente e a possibilidade de realização da atividade aquícola próxima aos centros consumidores, ainda que estes estejam distantes de fontes apropriadas de águas naturais (WIK et al., 2009). Essas afirmações levaram-nos a pensar no uso deste tipo de sistema aplicado ao cultivo de polvos em laboratório.

Independentemente do ambiente (natural ou artificial), o crescimento, a ingestão alimentar e a sobrevivência da maioria das espécies peçilotérmicas, como peixes e moluscos, têm uma temperatura ótima (DELGADO et al., 2011). Justamente por isso a definição da faixa de temperatura ideal é essencial para o sucesso da fase de crescimento em laboratório, assim como a seleção dos locais onde a estabilidade

das estruturas de crescimento pode ser estabelecida. Além disso, é fundamental controlar a salinidade, visto que a maioria dos cefalópodes são organismos estenohalinos com capacidade de osmorregulação menos apurada (BOLETZKY ; HANLON, 1983).

É fato comprovado que em ambiente natural a baixa salinidade parece induzir a migração desses animais para águas mais profundas (HARTWICK et al., 1984). Ou seja, períodos com fortes oscilações de temperatura e salinidade prejudicam também a viabilidade do cultivo. Por isso, a importância da escolha de um local com condições adequadas para o seu cultivo, seja em tanques, nos laboratórios, ou em gaiolas flutuantes, no mar¹.

Como se vê, numerosos estudos têm sido realizados sobre o polvo em seu estado natural, os quais têm aumentado o conhecimento do ciclo de vida e biologia desta espécie. Este é um dado importante, visto que várias questões referentes à espécie permanecem não compreendidas e em aberto. A dieta alimentar é uma dessas questões, já que estas devem ser incluídas nas várias fases de desenvolvimento ontogenético, mas que ainda apresentam lacunas quanto a dificuldade de conciliar informações coletadas no estado natural com os estudos realizados em um ambiente controlado (MANGOLD; BOLETZKY, 1973; MANGOLD, 1983).

Em termos de dieta alimentar, um dos temas propostos no presente trabalho demonstrou que os polvos apresentaram boa aceitação de alimento fresco ou congelado, com dieta baseada em crustáceos, moluscos e rejeito da pesca. Segundo os estudos de Wells (1978) e Mangold (1983), a espécie *O. vulgaris* apresenta taxa de conversão alimentar eficiente, incorporando ao seu próprio peso de 40 a 60% do alimento ingerido quando alimentados com caranguejos. Iglesias et al. (2000), afirmou que é possível alcançar o tamanho comercial de 2 a 3kg em

¹ Segundo Teixeira (2011), há diversos estudos que comprovam a potencialidade do cultivo do polvo *Octopus vulgaris*. A espécie adapta-se facilmente ao cativeiro (IGLESIAS et al., 2000), sendo possível a manutenção de animais em gaiolas flutuantes, tanques cilíndricos em laboratório, e em aquários, para fins ornamentais.

quatro meses, a partir de indivíduos com 750g alimentados com uma dieta baseada em 80% de crustáceos, 15% de peixes e 5% de mexilhão congelado, com taxas de mortalidade inferiores à 10 e 15%.

No Laboratório de Moluscos Marinhos (LMM) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)² está sendo desenvolvido um projeto de pesquisa com o intuito de conhecer melhor a espécie *Octopus vulgaris* e gerar tecnologia para beneficiar as comunidades de produtores de moluscos já estabelecidas, buscando proporcionar a engorda de polvo como atividade complementar para o maricultor. Para tanto, construiu-se uma nova área no LMM, onde estão sendo testados diferentes sistemas de tanques para a manutenção de reprodutores e de paralarvas de polvo. Neste trabalho, apresentamos os resultados de montagem e funcionamento de um sistema de recirculação e de experimentos de laboratório para estudar a engorda de *Octopus vulgaris*, a postura e eclosão de ovos e a larvicultura.

² No Brasil, o Laboratório de Moluscos Marinhos (LMM) da Universidade Federal de Santa Catarina é referência nacional na pesquisa e no desenvolvimento de novas técnicas para a produção de moluscos cultiváveis. O LMM é responsável pelo fornecimento de formas jovens aos maricultores das espécies de moluscos cultivadas no Estado de Santa Catarina: o mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758), a ostra do mangue *Crassostrea brasiliiana* (Guilding, 1828), a ostra japonesa *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) e a vieira *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758). Realiza, também, pesquisas no desenvolvimento de novas tecnologias de produção de larvas e sementes de outros moluscos potencialmente cultiváveis, relacionadas aos bivalves como o berbigão *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791), a “asa de anjo” *Cyrtopleura costata* (Linnaeus, 1758) e a “ostra perlífera” *Pteria hirundo* (Linnaeus, 1758) (LMM,2010)

2. OBJETIVOS

GERAL:

Contribuir para o conhecimento de sistemas e processos que permitam a manutenção de polvos da espécie *Octopus vulgaris* e o desenvolvimento de experimentos para estudar o crescimento e a reprodução dessa espécie em laboratório.

ESPECÍFICOS:

- Apresentar as etapas de desenvolvimento de um sistema de recirculação;
- Avaliar o comportamento reprodutivo desta espécie no sistema de recirculação;
- Obter informações sobre a postura de ovos avaliando a taxa de eclosão;
- O desempenho da larvicultura;
- Apresentar informações sobre aspectos da alimentação e engorda/crescimento no sistema de recirculação.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 O polvo *Octopus vulgaris*

O *Octopus vulgaris* (Figura 1), pertence ao Filo Mollusca, Classe Cephalopoda, Ordem Octopoda, Família Octopodidae e gênero *Octopus* (RIOS, 2009).



Figura 1. O polvo *Octopus vulgaris* (A barra representa 10 cm).

Segundo Guerra (1992), o polvo *O. vulgaris* é uma espécie cosmopolita porque é encontrado em águas tropicais, subtropicais e temperadas, com ampla distribuição mundial nos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico sendo abundante no Mar Mediterrâneo, no leste do Oceano Atlântico e em águas japonesas (Figura 2). Habitam desde a costa até a borda da plataforma continental (100 a 600 m), em temperaturas que variam de 7 a 32° C e salinidade entre 32 e 40‰.

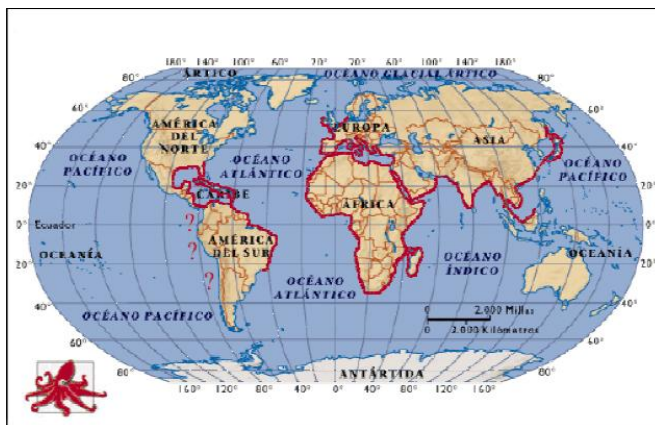


Figura 2. Distribuição Mundial do *Octopus vulgaris*. (MARLIN, 2011)

Esta espécie apresenta características favoráveis para o cultivo, dentre as quais podem-se destacar: a alta fecundidade, rápido crescimento, alto grau de conversão alimentar, fácil adaptação e manutenção em cultivo, baixa vulnerabilidade a doenças e alto valor comercial. (VAZ-PIRES et al., 2004; MILIOU et al., 2005; VALVERDE; GARCÍA-GARCÍA, 2005).

Biologia reprodutiva do polvo (*Octopus vulgaris*)

Os polvos são animais dióicos durante todo o ciclo de vida e possuem dimorfismo sexual externo pouco acentuado. A estrutura mais característica do macho é o terceiro braço direito, que apresenta modificações morfológicas e, por isso, recebe o nome de hectocótilo (Figura 3). Este braço tem a função de transferir os espermatóforos para os ovidutos da fêmea através de um canal ao longo da superfície ventral, por onde irão deslizar os espermatóforos no momento da cópula. A terminação da extremidade deste tentáculo apresenta uma superfície lisa e plana com formato arredondado (lígula), ao contrário dos outros braços que terminam em uma ponta com ventosas (SEIXAS, 2008).

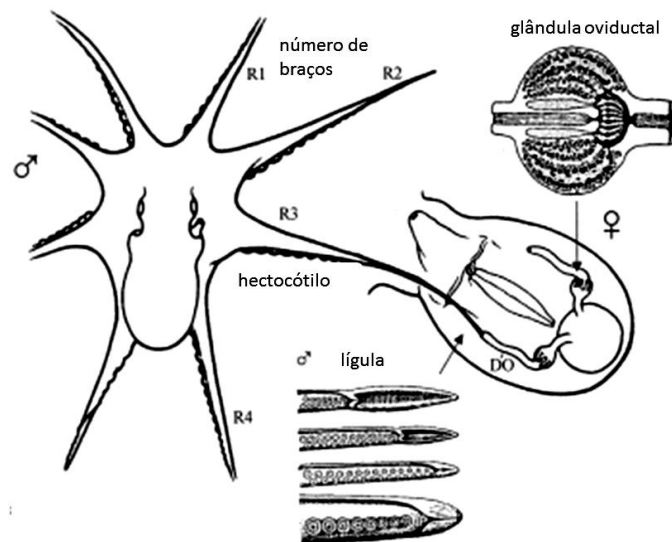


Figura 3. Esquema da transferência dos espermatóforos até os dutos ovidutais da fêmea (DO) de *Octopus vulgaris*. Os símbolos R1, R2, R3 e R4 significam os números dos braços do macho. Na parte superior da figura, à direita, está a glândula ovidutal (HANLON; MESSENGER, 1996).

Outra diferença morfológica entre machos e fêmeas na idade adulta e, a mais fácil de identificar, é que os machos possuem algumas ventosas de tamanho maior nos segundos e terceiros pares de tentáculos direitos, sendo que nas fêmeas as ventosas são de tamanho mais uniforme ao longo de todo o tentáculo. Alguns autores apontam que estas grandes ventosas servem para reconhecimento sexual no ambiente natural, antes que se inicie qualquer tipo de atividade de cópula (HANLON; MESSENGER, 1996).

A distinção dos sexos também pode ser feita microscopicamente, por meio da observação dos órgãos reprodutores internos sendo possível, em qualquer altura do ciclo de vida, diferenciar com segurança o sexo destes organismos (VILLANUEVA et al., 1996 apud SEIXAS, 2008). Os machos se tornam maduros sexualmente a partir de 150g, enquanto que as fêmeas geralmente amadurecem antes de chegar a um peso de aproximadamente 700g (GONÇALVES, 1993 apud SEIXAS, 2008).

Estudos sobre a atividade reprodutiva do polvo (GUERRA, 1975; JIMÉNEZ, 2008) têm demonstrado uma relação da sazonalidade e de irregularidade dos períodos de desova. Os machos alcançam a maturidade sexual antes das fêmeas (Mangold-Wirz, 1963). Estas, após o período reprodutivo, em geral morrem, aparentemente por causas intrínsecas a maturação sexual, como ocorre em outras espécies de cefalópodes (CORTEZ et al., 1995; ZUNIGA et al., 1995; WOODINSKY, 1977). O processo que controla a maturação sexual em octópodes, e o posterior envelhecimento, pode estar relacionado à atividade da glândula óptica, a qual regula, entre outros aspectos fisiológicos, a desova, a degeneração pós-reprodução, a inanição e a expectativa de vida (WELLS; 1978; MANGOLD, 1983; KOUETA et al., 1995).

Desenvolvimento larval e formação de paralarvas

O ciclo de vida do *O. vulgaris* (Figura 4) compreende várias fases sequenciais, desde o embrião, passando pela fase de paralarva, juvenil, subadulto, adulto, até o estágio senil (SALGADO, 2000 apud IGARASHI, 2010). Os ovos eclodem com tamanho de 2 a 3 milímetros (MANGOLD, 1983).

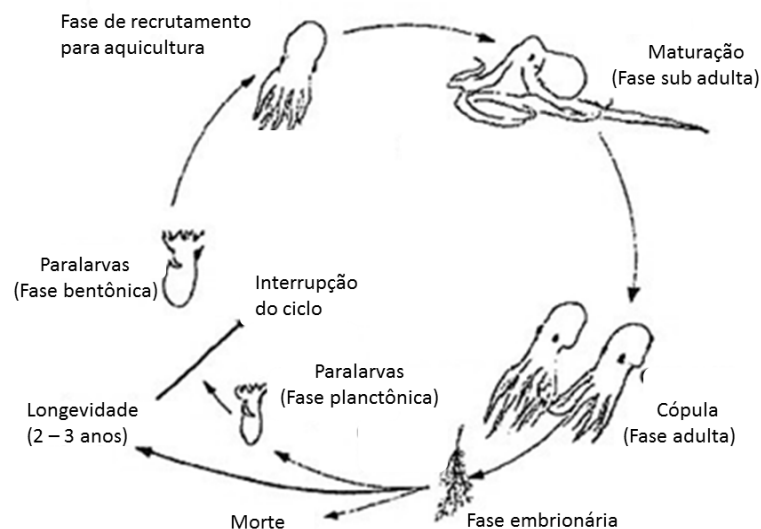


Figura 4. Esquema do ciclo de vida do polvo (Adaptado de SEIXAS, 2009).

Em relação ao comportamento reprodutivo, uma fêmea pode copular com vários machos, assim como um macho pode copular com mais de uma fêmea, caracterizando paternidade múltipla. As fêmeas podem produzir cerca de 100.000 a 500.000 ovos (MANGOLD, 1983) e realizam uma única desova com postura parcelada. A postura dos ovos é realizada em cachos compostos de pencas, cada qual contendo centenas de ovos.

Durante o período de incubação dos ovos, as fêmeas apresentam cuidado parental e diminuem gradativamente a alimentação até atingirem a inanição. Após o desenvolvimento completo dos ovos, as fêmeas podem voltar a se alimentar, mas, geralmente, morrem após a eclosão dos ovos, liberando as paralarvas que assim são denominadas por não sofrerem nenhuma metamorfose até alcançarem a fase juvenil (TEIXEIRA, 2011). Mangold e Bolestky (1973) observaram em laboratório, que o período até a eclosão das paralarvas de *Octopus vulgaris* variou de acordo com a temperatura, podendo ocorrer em 25 dias a 25°C e em 125 dias a 13°C.

As paralarvas de *Octopus vulgaris* são planctônicas durante as primeiras semanas de vida e o tempo de permanência nesta fase depende da temperatura da água. Villanueva (1995) observou, no Mediterrâneo, um período de 34 dias de

larvicultura das paralarvas planctônicas à temperatura de 20°C. Segundo este mesmo estudo, as paralarvas ao eclodirem possuíam cerca de 2mm de comprimento e três ventosas bem definidas. Iglesias et al. (2000) obtiveram uma sobrevivência de paralarvas de 32 dias, mantidas em laboratório e alimentadas com *Artemia* sp. Segundo estudos de Mangold e Boletsky (1973), o assentamento, fase na qual as paralarvas tornam-se bentônicas, ocorre entre 35 e 60 dias de vida à temperatura da água de 20°C, no sul da França. Villanueva (1995) em Barcelona, na Espanha, obteve assentamento com 60 dias de larvicultura a 21,2°C.

A fase de larvicultura continua sendo o fator limitante para o cultivo sustentável, em virtude das baixas sobrevivências das paralarvas após a fase de assentamento, devido principalmente à falta de conhecimento sobre as exigências nutricionais. O tempo de crescimento da fase de juvenil até a fase adulta pode variar de 8 a 15 meses de acordo com a temperatura da água e a disponibilidade de alimento (MANGOLD; BOLESTKY, 1973).

Engorda do polvo *O. vulgaris*

A produção desta espécie em escala comercial no mundo, está referenciada na Espanha e consiste na engorda baseada na captura, no ambiente, de indivíduos juvenis a partir de 750 gramas até atingirem o peso comercial de 2 a 3kg (CARRASCO et al., 2003; RODRIGUEZ et al., 2006; IGLESIAS et al., 2007).

Os países que tem um grande interesse por esta espécie são os países do sul da Europa, que têm forte tradição no seu consumo. Com o propósito de averiguar a potencialidade desta espécie para diversificação do setor da aquicultura, esses países têm gerado uma quantidade importante de trabalhos relacionados à engorda de polvo (BOLETZKY; HANLON, 1983).

Em relação à alimentação, o polvo costuma passar suas primeiras 5-12 semanas de vida predando o plâncton ativamente. A passagem para a próxima fase, a bentônica, é um processo gradual (BOLETZKY, 1974, 1977 apud CAGNETTA; SUBLIMI, 2000). Mesmo quando sua descida ao fundo do mar torna-se mais e mais freqüente, o *O. vulgaris* continua a se alimentar de plâncton na superfície, até a

primeira metade da profundidade do mar, portanto sem mudanças radicais no seus hábitos de alimentação. Nesta fase de transição, em aquários, as larvas de crustáceos têm grande importância por vários dias após o início do estágio bentônico (CAGNETTA; SUBLIMI, 2000). Quando a sua descida se torna definitiva, o polvo exibe um comportamento perfeitamente comparável ao da fase adulta: "ele está no fundo do mar e estende um tentáculo para pegar suas presas, alimentando-se principalmente à noite "(ITAMY et al., 1963).

No mar, o polvo consome principalmente crustáceos, moluscos e peixes. Experimentos na Catalunha comprovam esta afirmação quando os dados apresentados sobre a dieta encontrados no estômago desta espécie foram: 80% crustáceos, 12% de peixe e 8% outras espécies de cefalópodes (GUERRA, 1978). No noroeste da África as proporções foram 61,5% de crustáceos, 29,5% peixes, e o restante de moluscos (NIGMATULLIN; OSTAPENKO, 1976). Por outro lado, de acordo com HATANAKA (1979), as presas mais importantes são gastrópodes e bivalves (45-60%), enquanto os peixes, crustáceos e cefalópodes constituem, respectivamente, 19-34%, 7-16% e 4-13% do alimento ingerido.

Além disso, a dieta do polvo varia sensivelmente devido à área geográfica considerada, a estação do ano, a disponibilidade da presa, a hora do dia e a profundidade em que os polvos foram capturados (CAGNETTA; SUBLIMI, 2000).

A temperatura também tem uma grande influência na alimentação. Uma temperatura elevada aumenta a quantidade de alimentos ingeridos, mesmo que isso aumente a atividade metabólica. Por exemplo, a taxa média de alimentos ingeridos em relação a temperatura assumiu valores como: 4,2- 6,6% a 20 °C, de 2,3 para 4,5% a 15 °C e 1,4 -1,7% a 10 °C (MANGOLD; BOLETZKY, 1973). Além disso, a taxa relativa de alimentos ingeridos diminui com aumento do tamanho do polvo (MANGOLD; BOLETZKY, 1973). Cerca de 50% (20-80%) do caranguejo ingerido, em termos de peso úmido, é usado para o crescimento, 45% serve para a manutenção, enquanto 5% não é absorvido (MANGOLD, 1983). Segundo Mangold e Boletzky (1973) o índice de conversão alimentar não depende da temperatura e não parece

estar ligado ao tamanho dos animais, sendo este parâmetro produtivo influenciado pelo tipo de dieta utilizada, com grande variabilidade individual.

3.2 Local de estudo

Os experimentos e sistemas de manutenção dos polvos em laboratório foram realizados no Laboratório de Moluscos Marinhos (LMM) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Está localizado na estação de Maricultura, na Avenida Beco dos Coroas s/n, Barra da Lagoa, em Florianópolis/SC/Brasil (Figuras 5 e 6).



Figura 5. Localização da área do cultivo experimental no LMM (A), na Barra da Lagoa, Florianópolis/SC/Brasil.



Figura 6. Vista superior do LMM. Em vermelho, localização do sistema no laboratório.

3.3 O sistema de recirculação

A área total do sistema de recirculação no laboratório possui 70,30m² e os detalhes podem ser observados na vista frontal do sistema escala 1:1 (ver: vista frontal- anexo 1). A montagem do sistema de cultivo, em escala experimental, foi composta pelos tanques, unidades de tratamento e recirculação, sendo estes: seis tanques circulares de 500L, skimmer (Fragmentador de espuma), reservatório, filtro de areia, bomba hidráulica e tubulação (Figura 7).



Figura 7. Sistema de recirculação semi-fechado com fluxo contínuo.

3.4 Captura e transporte dos exemplares

Foi montado um sistema de captura semelhante ao da pesca convencional, com refúgios do tipo “covo” (Figura 8) para captura de exemplares dentro da área de cultivo do Laboratório de Moluscos Marinhos (LCMM- UFSC), em Sambaqui. A legislação determina o tamanho mínimo de captura acima de 11 cm de manto, conforme a Instrução Normativa Nº 3, de 26 de abril de 2005, SEAP. Os polvos, após serem capturados dentro da área de cultivo no Sambaqui, foram transportados para o Laboratório de Moluscos Marinhos na Barra da Lagoa (Figura 9).



Figura 9. Refúgio de captura do tipo “covo”.



Figura 8. Percurso de transporte dos polvos, da área de cultivo em Sambaqui até o Laboratório de Moluscos Marinhos na Barra da Lagoa.

Segundo Fuentes et al. (2005), são escassas as publicações que abordam as técnicas de transporte de cefalópodes. O método utilizado para o transporte dos exemplares até o laboratório foi similar as mesmas condições dos tanques transportados por caminhões de transporte de peixes e crustáceos equipados com sistema de temperatura controlada e aeração. Os animais transferidos para o LMM tinham de 360g a 570g, foram introduzidos em bolsas reaproveitadas de polipropileno (Figura 10) e colocados em caixas de 100 Litros (no máximo dois polvos por tanque), com aeração constante durante todo o percurso que teve duração de 1 hora e 30 minutos. Dados obtidos em estudos de transporte atestam que adultos com cerca de 1 kg embalados em sacos de malha e imersos em recipientes com aeração, podem ser transportados em viagens de até 24 horas duração, com densidades de estocagem muito elevadas, até 165 kg m³ (FUENTES et al., 2005).



Figura 10. Bolsa de polipropileno para transporte em caixa de 100 litros.

3.5 Experimento de alimentação 1

Manutenção dos polvos e sua postura no sistema.

Os estoques de polvos foram formados por machos e fêmeas na proporção de 1:1. A fêmea já havia realizado a desova no cultivo e veio transportada junto com os ovos no seu refúgio (covo). A fêmea pesava 2300g e o macho 200 g.

Em relação à alimentação, foi ministrada a mesma dieta para ambos os sexos. Com o propósito de obter postas com um alto grau de viabilidade, se ministrou uma dieta consistente de siris congelados (55%), rejeito de pescado (25%) e moluscos bivalves (20%). O alimento foi ofertado três vezes na semana, tomando como base 10% da biomassa. Para isso, foram realizadas biometrias a cada sete dias, por meio das quais foram feitas as pesagens dos polvos (Figura 11).



Figura 11. Pesagem dos polvos

3.6 Experimento de Manutenção de Paralarvas

Na tentativa de buscar a sobrevivência de paralarvas no sistema de recirculação com fluxo de água semi fechado, foram utilizados 3 tanques circulares de 500L de cor cinza escuro, com aporte de água nova no sistema de recirculação ajustado para 0,5 L/min. Nele, foram colocadas 8000 paralarvas (16 indivíduos/L) em

cada tanque de cultivo no mesmo dia da eclosão (dia 0). A iluminação foi natural, com fotoperíodo de 12 horas de luz, entre 0700 e 1900 horas, e 12 horas de escuridão (Figura 12).



Figura 12. Cultivo de paralarvas em sistema “green water”, período de luz e escuridão.

Em relação ao manejo, a cada quatro dias foram realizadas sifonagens no fundo dos tanques, renovando-se 25% do volume total. Nos três tanques, a temperatura variou entre 18 e 27°C e a salinidade entre 34 a 35. A fim de manter um sistema do tipo “Green water” foram introduzidos, diariamente nos tanques de cultivo, microalgas (*Isocrysis galbana* e *Pavlova lutheri*), ajustando-se a uma concentração de 50.000 cel.ml⁻¹.

Seguindo a mesma metodologia aplicada por Moxica (2002), a alimentação consistiu em uma distribuição diária de artêmia, ajustando-a a uma densidade final de 0,1 artêmia.ml⁻¹. Tendo em conta a grande quantidade de presas vivas requeridas diariamente, decidiu-se por utilizar uma única dieta a base de Artêmia: náuplios (0,5 mm) durante a primeira semana e, posteriormente, alimentando as paralarvas com metanáuplios de 1 a 4mm enriquecidos com as microalgas citadas.

3.7 Experimento de alimentação 2

Engorda com mexilhão vivo e congelado

Após a captura de seis polvos para o experimento, com o número amostral desejado, esses indivíduos foram transferidos para o LMM, na Barra da Lagoa, seguindo os métodos propostos no item 3.4. Na chegada ao laboratório, os indivíduos foram distribuídos de forma padronizada tendo como critério inicial o peso aproximado destes animais.

Após esta etapa, 3 polvos de peso aproximado foram colocados em um tanque e os outros 3 polvos em outro tanque do sistema de recirculação. Um terceiro tanque foi destinado para manutenção dos mexilhões vivos e os restantes apenas para recirculação de água (Figura 13). Deve-se ressaltar que foi priorizado o peso dos animais para divisão nos tanques e não a padronização por sexo. Foram identificados dois machos e uma fêmea para a Dieta MC e duas fêmeas e um macho para a Dieta MV.



Figura 13. Tanque 1 e 2 para manutenção dos 6 polvos. Tanque 3 para manutenção de mexilhões vivos.

Antes de iniciar o período experimental os polvos passaram por um processo adequado de aclimação (5 dias), para adaptação ao novo ambiente, manejo e dieta. Durante esta etapa os polvos foram alimentados com mexilhão vivo *ad libitum*.

O sistema de água era do tipo semi-fechado com fluxo de água contínuo de 0,5 l/min nos tanques, a partir deste momento dois grupos alimentares experimentais foram constituídos a partir das dietas:

Dieta MC: 3 polvos (peso padrão) alimentados com mexilhão congelado.

Dieta MV: 3 polvos (peso padrão) alimentados com mexilhão vivo.

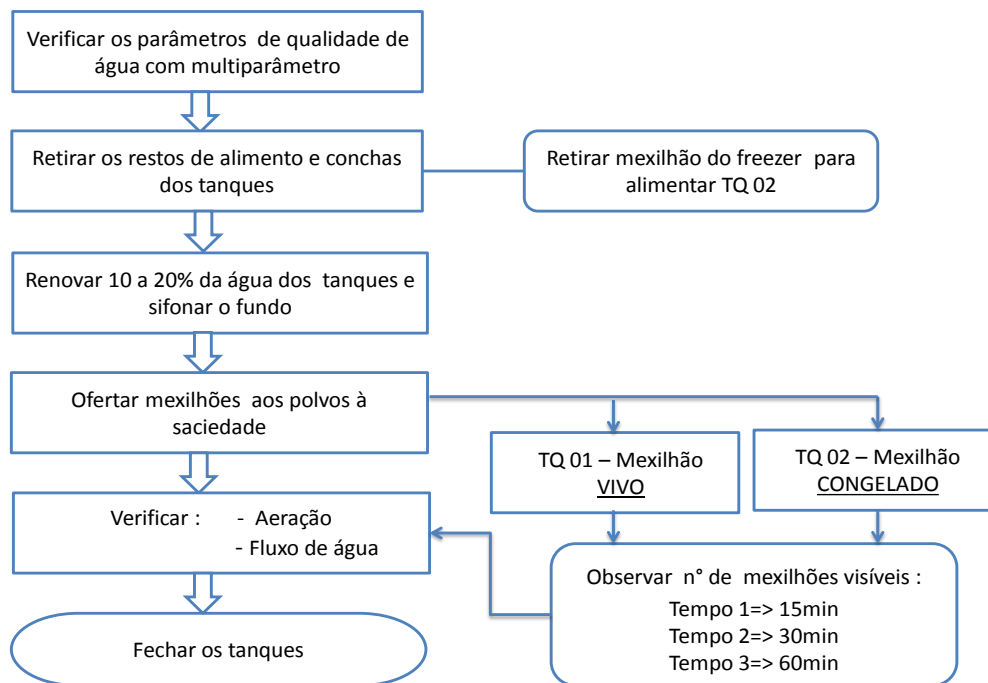
O programa de alimentação consistia de mexilhão vivo para o grupo alimentar experimental com a Dieta MV e mexilhão congelado para o grupo com a Dieta MC, ambas as dietas com mexilhões de tamanho médio da espécie *Perna perna* (Figura 14).



Figura 14. À esquerda dieta MC, à direita dieta MV.

Os mexilhões foram ofertados todos os dias, uma vez ao dia, no período da manhã, precisamente as 11h00min, sendo observado o comportamento e o tempo de voracidade desses animais até 1 hora após a oferta alimentar. A fim de garantir que os dois grupos alimentares experimentais recebessem a mesma quantidade de alimento foi ofertado o mesmo número de mexilhões em um dia e realizada a contagem das sobras no dia seguinte para ambas as dietas. O manejo diário desse experimento está representado no fluxograma a seguir:

Polvo - Fluxograma de atividades nos tanques 01 e 02



Fluxograma 1. Manejo diário nos tanques de cultivo.

Os dados observados *in loco* foram: mortalidade, ganho de peso (a cada 5 dias), quantidade de alimento capturado a cada oferta e sobras de alimento no dia seguinte.

Os principais parâmetros da água foram medidos diariamente antes da alimentação e manejo nos tanques: temperatura, pH, oxigênio dissolvido e salinidade. A temperatura variou entre 22 a 24°C, enquanto que o pH variou entre 7,6 e 9,2. O oxigênio dissolvido foi sempre superior a 90% do nível de saturação, enquanto a salinidade manteve-se entre 34 e 35,8. Houve um fotoperíodo de 12 h de luz/12 escuridão, com período de luz entre 0700 e 1900 horas.

As análises estatísticas foram realizadas com o programa Statística® 5.1. considerando $\alpha = 5\%$. Para comparação entre a quantidade de consumo de mexilhões vivos x congeladas, foi realizado um teste T paramétrico, após determinação de homogeneidade das variâncias segundo Bartlett. Para a comparação do ganho de peso entre os diferentes polvos, após constatação da

homogeneidade das variâncias e normalidade das distribuições, foi aplicada uma Análise de Variância Múltipla, seguida de uma comparação entre médias segundo Tukey.

3.8 Experimento de Manutenção de mexilhões

Semanalmente coletores de 1,5 metros com mexilhões da espécie *Perna perna*, foram trazidos do laboratório da praia do Sambaqui para alimentar os polvos. Para mantê-los vivos, foi necessário um manejo diário dos mexilhões no sistema de recirculação (Figura 15).

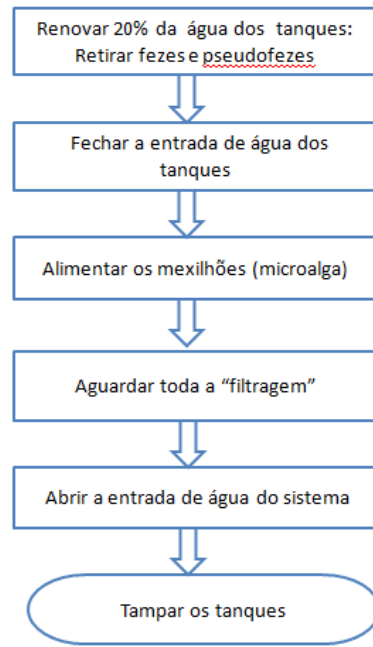


Figura 15. Manutenção de mexilhões no sistema de recirculação.

Devido à grande quantidade de fezes e pseudofezes que os mexilhões liberavam no tanque, foi necessário realizar uma sifonagem diária de 20% de água no tanque.

A alimentação dos mexilhões foi à base de microalgas *Isocrysis galbana*, *Pavlova lutheri* e *Chaetoceros muelleri*. Durante a alimentação, a entrada da água no tanque dos mexilhões foi fechada por cerca de 1 hora (tempo suficiente para que os mexilhões pudessem filtrar as microalgas), e assim a microalga recém ofertada

permanecia no tanque e não se dispersava por todo o sistema. O manejo da manutenção dos mexilhões está representado no fluxograma a seguir:



Fluxograma 2. Manutenção do tanque de mexilhões

Os parâmetros ambientais; temperatura, oxigênio dissolvido e salinidade, foram medidos diariamente com um Multiparâmetro Hanna H19828, antes da alimentação e manejo nos tanques.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Montagem e dimensionamento do sistema

Tanques de cultivo

Os polvos foram mantidos em reservatórios circulares poliolefinicos (Figura 16) de 500 litros. Para servir de abrigo aos polvos, foram colocados “TE’s” de PVC no fundo dos tanques. Estes tanques foram revestidos nas bordas com esponjas, as quais apresentam um tipo de textura que dificulta a fuga dos exemplares. Os tanques foram assentados em base de madeira com resistência compatível com o peso das caixas cheias. Possuem 1 entrada de água e 2 saídas, das quais, uma saída foi para tratamento e a outra saída de água para o efluente. Esse descarte é necessário para manutenção da qualidade de água no sistema no momento da sifonagem.

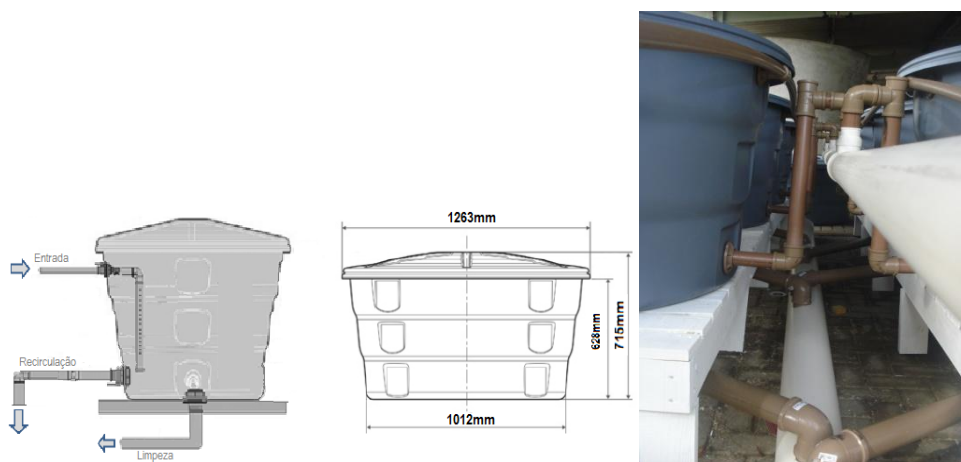


Figura 16. Layout e foto do tanque de 500 litros; Entrada de água, retorno da água para o sistema e água descartada para o efluente.

Estrados

Foi necessária a construção de dois estrados paralelos para que ocorresse a saída do fluxo de água através do monge central no interior dos tanques para o efluente. A disposição paralela dos estrados impossibilita um contato direto do

trabalhador com a tubulação, acarretando menor risco de danos no sistema hidráulico. O estrado possui 40 cm da base ao solo, e permite uma maior facilidade no manejo diário do técnico com os polvos no tanque, além da melhora na ergonomia do trabalhador (ver: Dimensionamento estrado - anexo 2). A seguir na Figura 17 o *layout* da disposição de um dos estrados com 3 tanques sobrepostos.

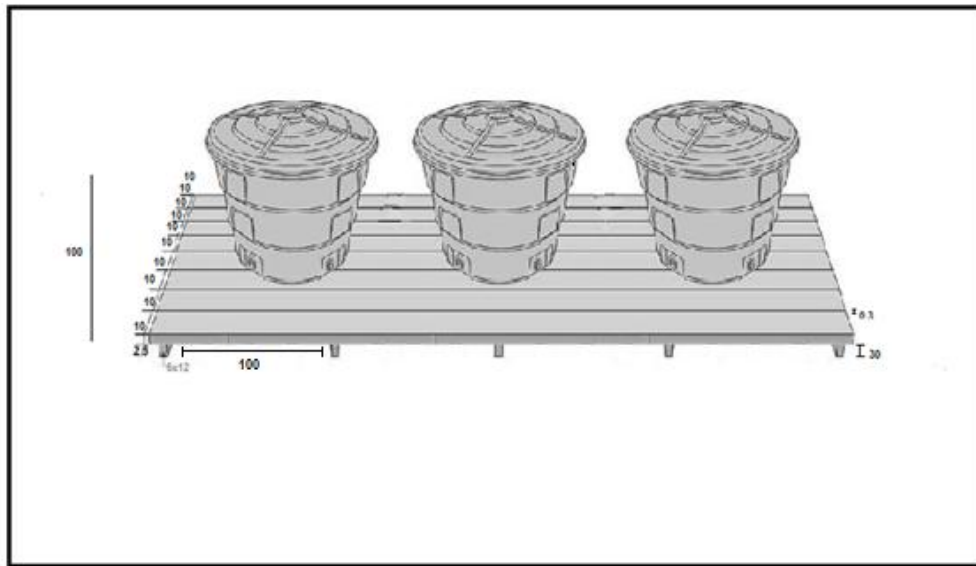


Figura 17. Layout de um dos estrados com três tanques em sua superfície.

Fragmentador de espuma (Skimmer)

A maioria dos resíduos orgânicos indesejáveis em nossos tanques estão ligados à superfície de uma interface líquido-gás. Estes materiais "sensing", incluindo: os resíduos de polvo, a comida que não foi ingerida e matéria orgânica em decomposição é o que nós atribuímos à contaminação dos reservatórios. Ao adicionar novos polvos e/ou aumentar a quantidade de alimento nos tanques, isso faz com que seja necessário remover todos os contaminantes potencialmente gerados. Uma maneira de remover resíduos orgânicos a partir de um tanque é através da formação de espuma (espuma).

Segundo Corradini (2007), os skimmers tem a função de retirar proteínas e outras substâncias da água antes que elas sejam processadas pelas bactérias de um aquário. Os aquários atuais utilizam, em sua maioria, skimmers importados de alto custo. Como alternativa, foi usado um skimmer do tipo Venturi de construção caseira, usando tubos de PVC e um galão de água reciclado, para manutenção dos polvos nos tanques de cultivo, reduzindo consideravelmente o custo. O skimmer dimensionado é composto por três partes (Figura 18): (1) o corpo do skimmer, que mantém o contato entre os resíduos orgânicos e água, (2) a área de separação da espuma com o tubo de elevação (gargalo), onde se separa a espuma com resíduos orgânicos da água, (3) o copo de coleta, onde a espuma transborda do tubo de elevação é drenada.

Corradini (2007) ainda afirma que, o skimmer funciona usando a tensão superficial da água para reter poluentes, pois eles lhe têm afinidade. Para isso, uma coluna de água é colocada em contato com grande quantidade de bolhas de ar produzidas por uma bomba.

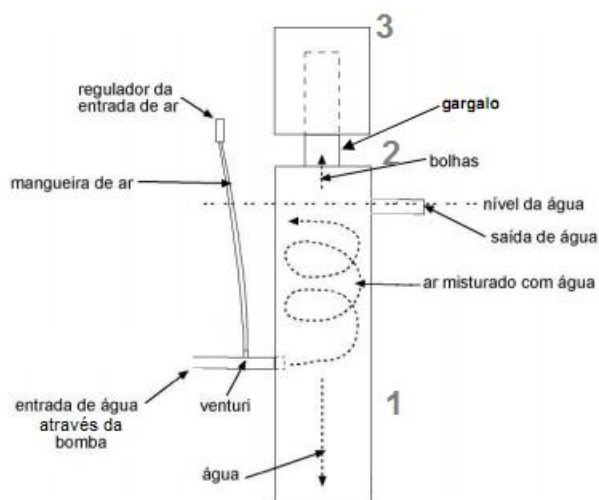


Figura 18. Componentes do skimmer do tipo Venturi utilizado no sistema.

Filtro biológico e bomba hidráulica

A manutenção da qualidade da água no sistema de recirculação requer a redução da concentração de amônia e nitrito na água, devido à sua produção constante como um resíduo metabólico por parte dos animais cultivados, e a tendência à acumulação deste composto tóxico no sistema. O processo biológico de remoção de amônia da coluna, através de filtros biológicos (nitrificação) ou flocos microbianos (assimilação biológica), são os métodos mais utilizados na aquicultura. Existem outras possibilidades de métodos para remoção de amônia como; cloração ao ponto de quebra, filtração com membrana e adição de ozônio, porém não são comumente usados na aquicultura (MILLERO; SOHN, 1996).

Um dos processos usados em aquicultura é a filtração biológica. O propósito principal é criar condições e uma superfície adequada para o desenvolvimento de um biofilme, no qual crescem microorganismos nitrificantes em quantidade suficiente para oxidação do nitrogênio amoniacal produzido. Neste processo, a remoção de sólidos pode ser realizada por filtros de membrana e filtros com meio granular ou poroso (MILLERO; SOHN, 1996).

O filtro biológico que foi utilizado é um filtro TP Jacuzzi® (Figura 19). Um equipamento de filtração de alta vazão, com areia permanente, totalmente à prova de corrosão, destinado a remover matéria em suspensão e coloidal. Esses filtros operam com taxa de filtração de 880 m³/m²/dia, para tanques com grande área de filtração, permitindo longos períodos entre as retro-lavagens.

O filtro TP é constituído por dois tanques em material termoplástico amarelo, com sistema interno de distribuição e drenagem, válvula seletora de seis posições, visor de retro-lavagem, dois manômetros, areia de especificação Jacuzzi® e bomba do tipo auto-escorvante. Utilizam moto bombas das séries A e B, construídas em material termoplástico, que possuem pré-filtro incorporado com tampa transparente e vedação por selo mecânico. A determinação da moto bomba que deverá ser utilizada para o sistema será descrito no item a seguir (Dimensionamento hidráulico), onde a

potência da moto bomba deverá ser igual ou superior ao modelo de filtro escolhido (ver: Modelos de filtro Jacuzzi® - anexo 3).

O sistema interno de distribuição e drenagem, fabricado em ABS e projetado especialmente para a operação do filtro, contribui para a alta eficiência e rendimento do filtro TP. A válvula seletora tem seis posições de comando: filtrar, retrolavar, drenar, recircular, enxaguar e testar, além da posição livre. As bombas das séries A e B são fornecidas com motor de acionamento para redes de energia elétrica monofásicas (110/220V) ou trifásicas (220/380V), frequência 60Hz.

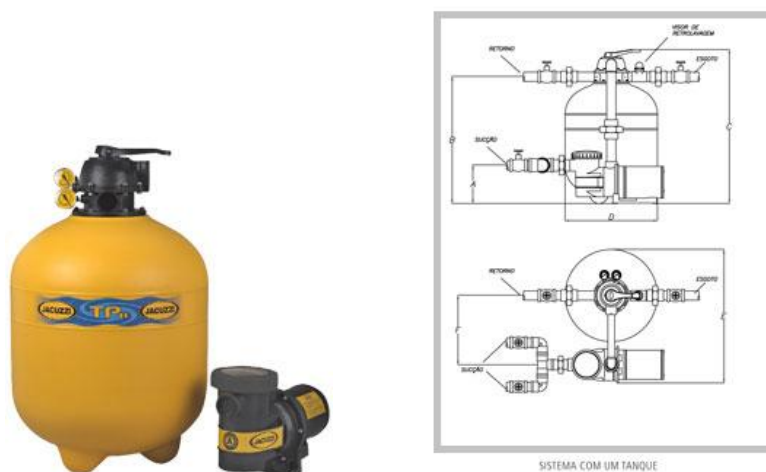


Figura 19. Filtro biológico TP Jacuzzi®.

Dimensionamento hidráulico

A renovação de água nos seis tanques, foi projetada para ser de no mínimo 100%/hora, ou seja 3000L/h (3m³/h) de renovação total. Para um dimensionamento com maior segurança para os animais, foi estipulada uma renovação de 200%/h, ou seja, 6000L/h (6m³/h). Já a renovação do reservatório de água de volume útil de 1200L (1,2m³) foi de 400%/h, ou seja, 4800L/h (4,8 m³/h) de renovação no reservatório. Assim, a vazão mínima do sistema foi definida como a soma da renovação dos tanques e reservatório que foi de 11 m³/h.

A partir desta vazão foram seguidos os passos para selecionar uma bomba hidráulica adequada aos dados da instalação sugerida.

O cálculo da perda de carga, representado por (hf), envolve a perda de carga contínua e por (hs) perda de carga localizada. Esta é referente às peças utilizadas ao longo da tubulação e aquela é referente a perdas no próprio tubo ao longo da passagem da água.

Assim, de acordo com as peças selecionadas para o projeto e o valor tabelado (ver: Perdas de carga em acessórios - Anexo 4) equivalente ao comprimento para cada peça de PVC, chegou-se ao seguinte valor de perdas para cada tubulação utilizada no sistema:

- Perda de carga na tubulação de 60mm:

hf_{rec}

- 1 Te de passagem = 2,4
 - 1 Joelho de 90° = 3,7
 - 1 Luva de Redução = 0,1
 - 1 União = 0,1
- 6,3

hf_{suc}

- 2 joelhos de 90° = 3,7
 - 1 Te de passagem = 2,4
- 9,8

- Perda de carga na tubulação de 50mm:

$$h_{f_{rec}}$$

- 4 Te de passagem = 2,3
- 1 Joelho de 90° = 3,4
- 1 Curva de 90° = 0,7
- 2 Registros de gaveta = 0,8
13 mca

➤ Perda de carga na tubulação de 25mm:

$$h_{f_{rec}}$$

- 6 registros de gaveta = 0,2
- 6 Te de passagem = 2,4
- 2 curvas de 90° = 0,5
16,6

Existem vários métodos para o cálculo de perda de carga; entre esses, destaca-se pela simplicidade e facilidade de uso, o Método de Hazen-Williams, que além disso é o método mais empregado no transporte de água e esgoto em canalizações diversas. Para o dimensionamento também será necessário o cálculo da altura manométrica, H_b , que corresponde à distância vertical mínima para que o fluido chegue até o ponto elevado, ou seja, altura geométrica, acrescida das perdas de energia (BARRAL M.F,...). É feito através das seguintes expressões:

$$\Delta h_f = 10,61 \cdot (1/C^{1,85}) \cdot (L/D^{4,87}) \cdot Q^{1,85}$$

$$\Delta h_s = \sum k \cdot (Q^2/2g \cdot A^2)$$

$$H_1 + V_1^2/2g + P_1/\rho + H_b = H_2 + V_2^2/2g + P_2/\rho + ((\Delta h_f)_{r+s}) + ((\Delta h_s)_{r+s})$$

➤ Cálculo das perdas na tubulação de 60mm:

$$\Delta h_f = 10,641 \cdot (60 \cdot 10^{-3} \text{m})^{-4,87} \cdot 150 \cdot Q^{-1,85} \cdot 1,74 \text{m} = 1556,50 \cdot Q^{1,85}$$

$$\Delta h_s = 16,8 (Q^2 / 2 \cdot 9,8 \cdot (60 \cdot 10^{-3} \text{m})^2) = 238,09 \cdot Q^2$$

➤ Cálculo das perdas na tubulação de 50mm:

$$\Delta h_f = 10,641 \cdot (50 \cdot 10^{-3} \text{m})^{-4,87} \cdot 150 \cdot Q^{-1,85} \cdot 0,32 \text{m} = 695,63 \cdot Q^{1,85}$$

$$\Delta h_s = 14,9 (Q^2 / 2 \cdot 9,8 \cdot (50 \cdot 10^{-3} \text{m})^2) = 304,08 \cdot Q^2$$

➤ Cálculo das perdas na tubulação de 25mm:

$$\Delta h_f = 10,641 \cdot (25 \cdot 10^{-3} \text{m})^{-4,87} \cdot 150 \cdot Q^{-1,85} \cdot 10,17 \text{m} = 646497,31 \cdot Q^{1,85}$$

$$\Delta h_s = 16,6 (Q^2 / 2 \cdot 9,8 \cdot (25 \cdot 10^{-3} \text{m})^2) = 1355,10 \cdot Q^2$$

➤ Cálculo da altura manométrica:

$$H_1 + V_1^2/2g + P_1/g + H_b = h_2 + V_2^2/2g + P_2/g + ((\Delta h_f)r+s) + ((\Delta h_f)r+s)$$

$$H_b = 646497,31 \cdot Q^{1,85} + 695,63 \cdot Q^{1,85} + 1556,50 \cdot Q^{1,85} + 1355,10 \cdot Q^2 + 304,08 \cdot Q^2 + 238,09 \cdot Q^2$$

$$H_b = 648749,5 Q^{1,85} + 1897,27 Q^2$$

Cruzando os valores da vazão e altura manométrica a partir do gráfico teórico (ver: Gráfico teórico – anexo 5), pode-se selecionar moto bombas comparando e verificando nos catálogos de fabricantes as tabelas e gráficos das moto bombas buscando-se aquela que estará de acordo com o trabalho exigido (ver: Gráfico moto bombas comerciais – anexo 6). Foi adotada a vazão mínima calculada de 11m³/h, e a altura manométrica segundo o gráfico teórico foi de 14 mca. Assim, foi escolhida uma moto bomba que não trabalhe com seu rendimento máximo nas condições estabelecidas para vazão e altura manométrica.

As moto bombas que apresentaram os melhores rendimentos foram as escolhidas na tabela (ver: Tabela rendimentos de moto bomba – anexo 7), que são as dos modelos centrífuga mono estágio séries LQ - JQ – TQ da marca JACUZZY, sendo que o modelo TQ apresentou a melhor eficiência para este caso. Para a escolha da moto bomba adequada deve-se levar em consideração também outros fatores como o consumo e custo da mesma.

4.2 Manutenção do sistema

A maioria dos trabalhos de cultivo e manutenção de polvo tem sido feitos em ambiente marinho com sistema aberto de fluxo contínuo (BOLETZKY, 1974). Estes sistemas são comprovadamente confiáveis, mas eles exigem uma localização costeira com boa qualidade da água, e oferecem pouco ou nenhum controle sobre as flutuações de temperatura e salinidade, organismos patogênicos, turbidez e poluentes.

A compreensão e implementação da abordagem de sistemas fechados com água do mar tem aumentado (FORSYTHE; HANLON, 1980), tornando-se uma alternativa atraente para os pesquisadores, porque são ambientes estáveis, controláveis e produtíveis. Com o uso da água do mar “artificial”, sistemas marinhos fechados podem ser operados em qualquer localidade.

Entretanto, existe ainda uma relutância com relação as pesquisas com animais marinhos que deriva da idéia, equivocada, de que a manutenção de sistemas marinhos de pequeno volume é muito difícil, caro ou trabalhoso (FORSYTHE; HANLON, 1980). É o que nosso trabalho busca contestar, demonstrando os aspectos favoráveis desse sistema de recirculação para aquicultura (RAS).

O sistema de recirculação tem como objetivo:

Reduzir as necessidades de bombeamento de água do mar.

Sistema fechado proporciona mais segurança e controle.

Seu uso se faz necessário quando:

- Fluxo de água inferior as necessidades dos polvos no cultivo;
- Qualidade de água abaixo do mínimo padrão;
- Razões sanitárias;
- Razões ambientais;

Entretanto o laboratório deverá estar preparado para algumas inconveniências que o sistema de recirculação trará, como:

- Complexibilidade técnica;
- Necessidade de pessoal qualificado;
- Investimento para implantação do sistema RAS.

Manutenção dos tanques de cultivo e recirculação

Neste sistema, o funcionamento dos tanques é independente um do outro, ou seja, é possível utilizar apenas um tanque do sistema sem alterar o seu funcionamento. Por exemplo, no caso da limpeza dos tanques, feito com água doce, basta apenas fechar o registro e não deixar a água da limpeza passar pela saída aonde a água da recirculação é salgada. É importante destacar que a água doce da limpeza não pode ultrapassar 20cm a contar do fundo do tanque, o que ocasionaria a mistura das águas pela tubulação que faz a recirculação da água no sistema.

Em relação ao bombeamento de água utilizada para fluxo no sistema, a água é proveniente da praia da Barra da Lagoa. A água, primeiramente chega à caixa reservatório e, em seguida, é distribuída para os tanques de cultivo através da bomba hidráulica.

Antes da chegada aos tanques, ocorre uma passagem pelo skimmer e pelo filtro biológico para preservar a qualidade de água. Depois deste processo a água retorna à caixa reservatório, onde recircula para o sistema. A distribuição do fluxo de água é representada na figura 20.

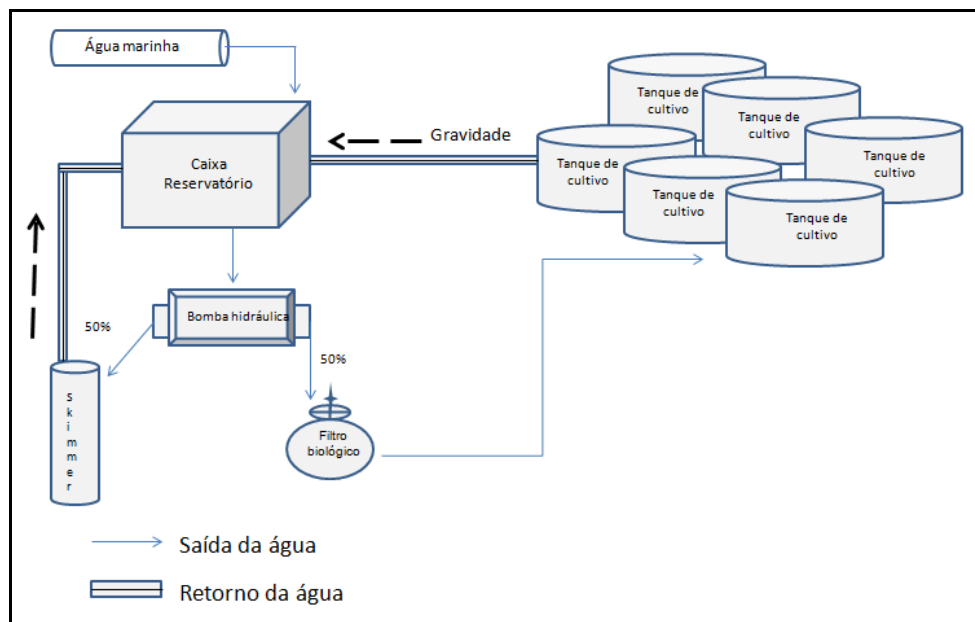


Figura 20. Distribuição do fluxo de água no sistema

Em relação à sifonagem nos tanques, foi retirado o cano que ficava posicionado na região central do tanque. O efeito rotacional da água, após essa retirada levou ao escoamento da água pela saída do fundo do tanque, carregando praticamente todo o resto de alimentação e fezes do polvo para o efluente.

Ao colocarmos seis polvos neste sistema de recirculação foram necessárias três retro-lavagens máximas (abertura total do registro), por semana, para que a qualidade da água fosse mantida. A cada retro-lavagem máxima retiramos da caixa

reservatório 3,5 L/s de água. Desse modo, pode-se afirmar que em apenas 3 minutos, é possível fazer a retro-lavagem da metade do volume caixa reservatório (630 litros), e descartar para o efluente a quantidade suficiente de água para manutenção de seis polvos no sistema. Segundo Porto (2010), a retro-lavagem remove o excesso de bactérias heterotróficas, sólidos e possivelmente também bactérias nitrificantes. Se o intervalo entre as retro-lavagens for muito curto, bactérias não terão tempo suficiente para o restabelecimento de suas populações, reduzindo a taxa de nitrificação do filtro.

Sistemas de manutenção de polvos em tanque, oferecem uma alternativa que permite um controle minucioso do cultivo como por exemplo: na alimentação, patologias e parâmetros ambientais (temperatura, amônia e as concentrações de nitrito). Além disso, cultivos em tanques podem acomodar componentes de sistemas de recirculação de água (CARBÓ et al., 2002) que incluem: Filtros biológicos, reguladores de oxigênio e temperatura e outros dispositivos. Esses equipamentos permitem que a densidade do cultivo seja aumentada, ou então que seja estabelecida a engorda desses animais em escala industrial em locais com grandes flutuações ambientais (DELGADO, 2011).

4.3 Experimento de alimentação 1

Manutenção dos polvos e sua postura no sistema

Um aspecto positivo na alimentação dos polvos é o fato de que eles aceitam facilmente, tanto alimentos frescos, quanto congelados.

O macho foi mantido sozinho em um dos tanques de 500 litros, onde foi possível observar sua preferência na dieta composta por crustáceos, moluscos e peixes, pelos dois primeiros tendo sido os peixes preteridos. Este macho foi mantido por 45 dias no sistema e, em sua última biometria, pesava apenas 460g.

Devido ao fato da fêmea realizar postura parcelada, os tanques foram mantidos sempre fechados e com pouca luz, para que ela pudesse depositar seus ovos o mais rápido possível (Figura 21).

Uma vez obtida às posturas, foram contabilizados os cachos (Figura 22), sua longitude média, assim como o número de ovos, por cacho. Também observamos o desenvolvimento embrionário em determinadas posturas e realizamos á incubação dos ovos (Figura 23). Finalmente, foi estimada a taxa de eclosão.

Apesar da oferta constante de alimento, a fêmea não se alimentou com regularidade, provavelmente devido ao cuidado parental até a eclosão dos ovos, o que ocorreu após quinze dias após a chegada ao laboratório.



Figura 21. Postura dos ovos



Figura 22. Cacho em estágio avançado de desenvolvimento.

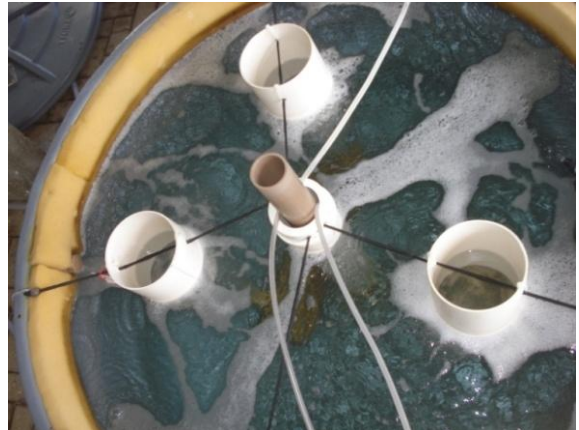


Figura 23. Incubação de ovos, para determinar a taxa eclosão.

O sistema montado para incubar os ovos teve o propósito de levar a uma postura mais rápida e de definir a taxa de eclosão dos ovos. Em uma das posturas foram coletados e mantidos três cachos de ovos da fêmea com aeração forte e constante a uma temperatura que variou de 23 a 29°C. Assim, foi determinado o comprimento dos três cachos, o número de ovos eclodidos e não eclodidos por cacho, assim como a taxa de eclosão por cacho (Tabela 1). Neste sistema de indução, os ovos começaram a eclodir no 12º dia.

Tabela 1. Comprimento dos três cachos, o número de ovos eclodidos e não eclodidos por cacho e a taxa de eclosão por cacho.

Cacho de ovos	Comprimento (cm)	Nº ovos eclodidos	Nº ovos não eclodidos	Taxa de eclosão (%)
1	11	989	265	78,86
2	9,5	1392	195	87,71
3	13,5	1809	297	85,89

Taxa de eclosão (%) = $n^\circ \text{ ovos eclodidos} \times 100 \div n^\circ \text{ total de ovos (eclodidos + não eclodidos)}$

Nenhum dos cachos teve 100% de eclosão. Estimasse que a quantidade total de ovos nesta postura tenha sido de 163.400 ovos, já que foram contabilizados 86 cachos nesta postura. Nas posturas subsequentes, o número de ovos por cacho foi gradativamente menor, com os embriões em estágios cada vez mais adiantados de desenvolvimento, evidenciando a proximidade do período de eclosão.

4.4 Experimento de manutenção de paralarvas

Ao longo de três anos de projeto, o maior esforço de pesquisa se dirigiu a para a manutenção de paralarvas (Figura 24), sendo este, o maior desafio para o cultivo integral da espécie. Ao nascer as paralarvas, nesta etapa, necessitam agregar a sua dieta organismos vivos que atendam suas necessidades nutricionais. No meio natural, durante esta fase, as paralarvas se alimentam de zoeas de crustáceos. Posteriormente, quando vão para o habitat bentônico, sua alimentação é mais variada.

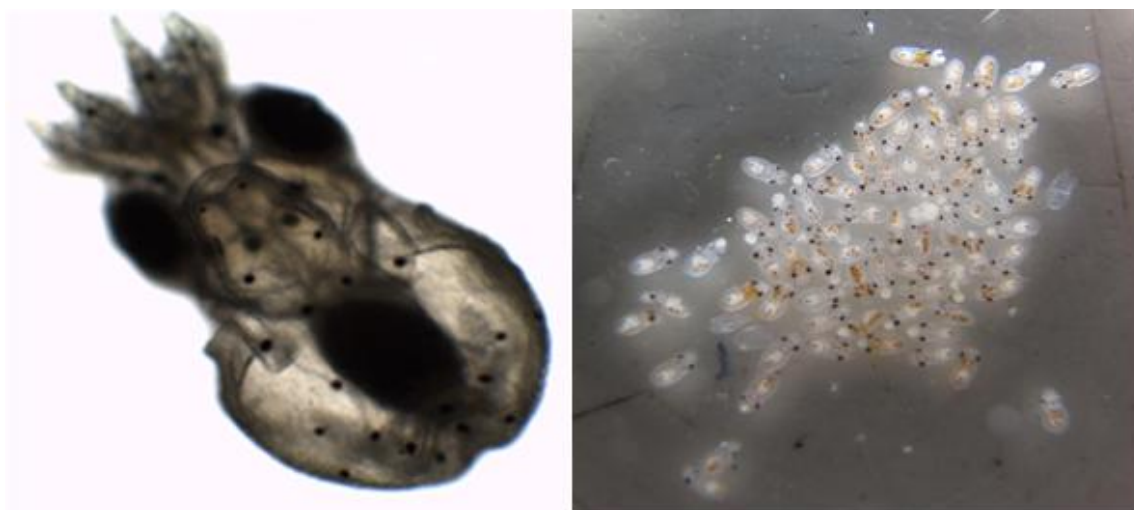


Figura 24. Paralarvas.

O experimento iniciou com 8000 paralarvas (16 indivíduos/L) em cada tanque de cultivo no mesmo dia da eclosão (dia 0), totalizando 24000 paralarvas. A iluminação foi natural, dividida entre um fotoperíodo de 12 horas de luz, entre 0700 e 1900 horas, com 12 horas de escuridão.

O experimento durou 20 dias. Nos últimos dias de experimento ocorreu uma mortalidade em massa nos três tanques experimentais. Um dos fatores que pode ter relação com a alta mortalidade foi a grande quantidade de artêmia no tanque, que prejudicou a qualidade da água. A sifonagem realizada diariamente não retirou totalmente as artêmias não consumidas pelas paralarvas.

4.5 Experimento de alimentação 2

Engorda de *O. vulgaris* com mexilhão vivo e congelado

Quanto às respostas desta espécie ao experimento de engorda com os mexilhões *Perna perna* que foram cultivados no sistema, foi constatado uma ótima resposta dos polvos ao programa de alimentação com mexilhão vivo (para o grupo alimentar experimental com a Dieta MV) e mexilhão congelado (para o grupo alimentar com a Dieta MC).

Diante do fato de todos os espécimes terem sido capturados do mar, foi impossível obter réplicas de massa corporal igual ou formar grupos alimentares (grupos de animais alimentados com mesmo tipo de alimento) com exatamente a mesma faixa de massa corporal (MILIOU et al. 2005). O experimento teve duração de 20 dias, durante os meses de outubro e novembro de 2011.

Os tanques foram mantidos quase sempre fechados, para evitar o estresse devido às pessoas movendo-se no laboratório, já que atividade diurna foi identificada como causas de mudanças na atividade metabólica dos polvos *Octopus vulgaris* (WELLS et al. 1983).

Em relação à quantidade de mexilhões consumidos (Figura 25), houve diferença estatística significativa entre as dietas testadas ($p=0,01$), com um consumo maior de mexilhões congelados.

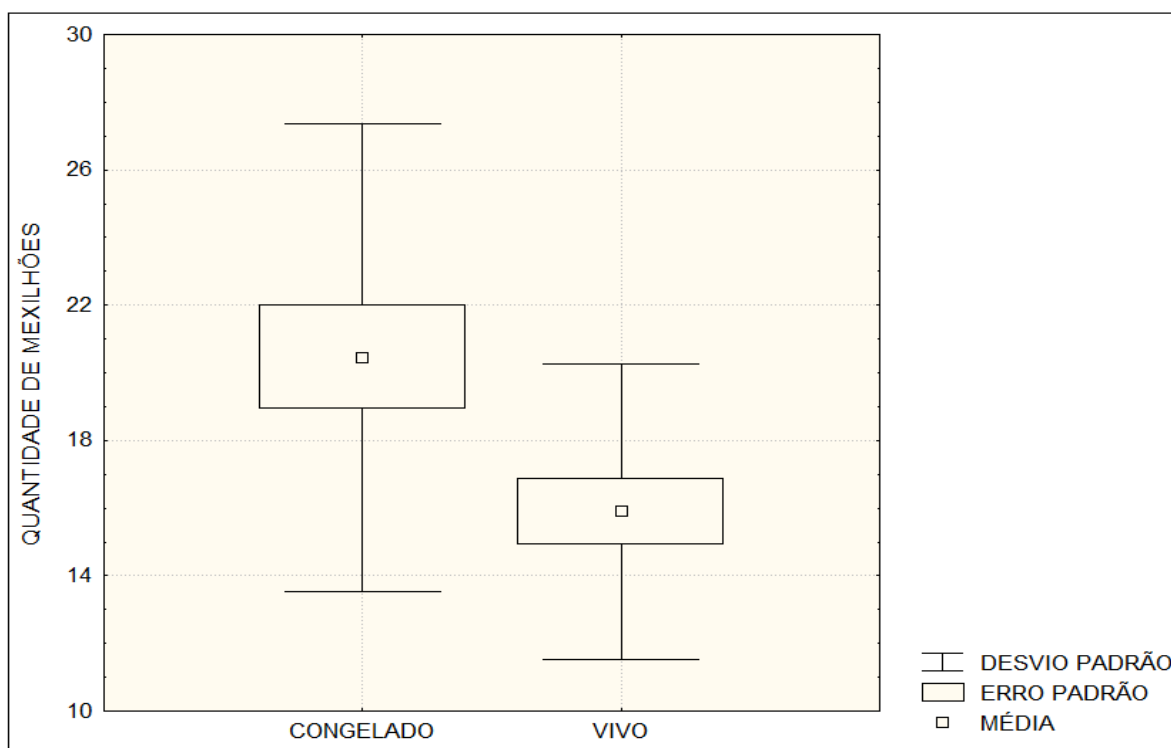


Figura 25. Quantidade de mexilhões consumidos houve diferença estatística entre os tratamentos ($p=0,01$).

Após a análise com o teste Friedman, verificou-se que quando analisado o ganho de peso comparando-se os resultados para os seis polvos não há concordância entre as séries de dados, portanto estas não podem ser consideradas como repetição e cada polvo deve ser tratado como indivíduo separado. Além disso, análise de ANOVA seguida de teste segundo Tukey mostrou que apenas o polvo 6 (uma fêmea com ovos) apresentava diferença de peso porém tendo iniciado os experimentos já com peso superior aos demais. Assim, considerando apenas cinco polvos, não foi possível verificar diferença significativa de ganho de peso entre os polvos alimentados com as duas dietas ($p= 0,09$). Observa-se na Tabela 2 os dados de peso para os seis polvos ao longo do experimento.

Tabela 2. Dados de peso para os seis polvos, nas duas dietas, ao longo do experimento.

Data	Dieta com mexilhões congelados			Dieta com mexilhões vivos		
	Peso polvo1	Peso polvo2	Peso polvo3	Peso polvo4	Peso polvo5	Peso polvo6
11/10/11	240g	290g	350g	370g	380g	450g
16/10/11	270g	350g	400g	400g	430g	640g
21/10/11	310g	370g	480g	420g	500g	720g
27/10/11	420g	470g	650g	580g	620g	870g
31/10/11	460g	550g	680g	660g	700g	930g
5/11/11	510g	550g	780g	730g	750g	1010g

Portanto, em termos de engorda, os polvos aceitam bem a dieta com mexilhões vivos e com mexilhões congelados, atingindo o mesmo padrão de engorda, porém, comem mais mexilhões congelados. Assim, é indiferente alimentar os polvos com mexilhões vivos ou congelados. Podemos no entanto, recomendar que, no caso de usar mexilhões congelados, seja utilizada uma maior quantidade do que quando se usa mexilhões vivos.

4.6 Experimento de manutenção dos mexilhões

Com o objetivo de diminuir o estresse dos mexilhões, proporcionando maiores chances de sobrevivência, os mesmos foram mantidos da mesma forma que no mar, ou seja, não debulhados do coletor ou corda.

A temperatura variou entre 22 a 26°C. O oxigênio dissolvido foi sempre superior a 80% do nível de saturação, enquanto a salinidade manteve-se entre 34 e 35. Houve um fotoperíodo de 12 h de luz/12 escuridão, com período de luz entre 0700 e 1900 horas.

Os mexilhões se adaptaram bem ao sistema, sendo evidenciada por observação uma sobrevivência maior que 90% dos indivíduos mantidos. Alguns mexilhões desovaram quando a temperatura se manteve acima dos 25°C, sendo necessário o manejo imediato do tanque para que não comprometesse a qualidade de água no sistema. Mesmo nesses casos, a sobrevivência não foi afetada.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresenta os resultados do uso de um sistema de recirculação do tipo semi-fechado com fluxo contínuo de água desenvolvido como uma das atividades práticas realizadas no período de 2009/2011, no projeto “Tecnologia de reprodução do polvo comum *Octopus vulgaris* em laboratório como forma de garantir a produção comercial sustentável dessa espécie”. Com o objetivo de contribuir para o conhecimento de sistemas e processos que permitam a manutenção de polvos da espécie *Octopus vulgaris* e o desenvolvimento de experimentos para estudar o crescimento e a reprodução dessa espécie em laboratório, é possível considerar até o momento:

1. Com relação à recepção e manutenção desta espécie em um sistema de recirculação do tipo semi-fechado com fluxo de água contínuo chegamos a uma resposta positiva podendo-se afirmar que este tipo de sistema de manutenção de polvos é uma alternativa viável de uso na medida em que os polvos se adaptaram e sobreviveram. Entre os fatores que levaram a esta constatação estão o fato da possibilidade de monitorar os parâmetros ambientais (temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido), controlar a alimentação dos polvos, o manejo dos tanques e controlar distorções nos parâmetros ambientais. Para os futuros experimentos, como vários estudos já apontam, ainda é um desafio, que se fez presente também neste experimento, é necessário desenvolver mecanismos de controle biológico como por exemplo, filtros de algas marinhas ou tanques de sedimentação que sejam capazes de reduzir as concentrações de amônia, nitrito, nitrato e fosfato nestes sistemas;
2. Quanto ao comportamento reprodutivo neste sistema, houve cópulas entre machos e fêmeas de *O. vulgaris*, confirmando a possibilidade de reprodução no sistema (tendo sido observada “cópula” entre machos);

3. Quanto à postura e eclosão dos ovos, além de terem ocorrido, o sistema montado para incubar os ovos proporcionou uma eclosão mais rápida, na medida em que os ovos começaram a eclodir no 12º dia. Em uma das posturas foram coletados e mantidos três cachos de ovos da fêmea, a partir dos quais constatamos que nenhum deles obteve 100% de eclosão. Estimou-se que a quantidade total de ovos nesta postura tenha sido de 163.400 ovos, já que foram contabilizados 86 cachos nesta postura;
4. Em relação ao desempenho da larvicultura, na tentativa de buscar a sobrevivência, buscou-se utilizar uma baixa densidade de paralarvas (16 indivíduos/L) com tanques circulares de 500 litros. O experimento durou 20 dias. Nos últimos dias de experimento ocorreu uma mortalidade em massa nos três tanques experimentais. Um dos fatores que pode ter relação com a alta mortalidade foi a grande quantidade de artêmia no tanque, que prejudicou a qualidade da água. A sifonagem realizada diariamente não retirou totalmente as artêmias não consumidas pelas paralarvas;
5. Quanto às respostas desta espécie ao experimento de engorda com os mexilhões *Perna perna* que foram mantidos no sistema, foi evidenciada por observação uma alta sobrevivência dos mexilhões, maior que 90%. Também foi visto que, em relação à quantidade de mexilhões consumidos, houve diferença estatística significativa entre as dietas testadas ($p= 0,01$), com um consumo maior de mexilhões congelados mas com ganho de peso estatisticamente igual nas duas dietas. Podemos, recomendar que, no caso de usar mexilhões congelados, seja utilizada uma maior quantidade do que quando se usa mexilhões vivos.

Por fim, os resultados obtidos com esse trabalho apontam para a importância de projetos de pesquisa na área da aquicultura, principalmente no que se refere ao incentivo do uso de sistemas de recirculação e à integração da Engenharia com a

Biologia, característica marcante do Curso de Engenharia de Aquicultura. Este é um passo extremamente importante para vencer o desafio de fechar o ciclo de vida do polvo *Octopus vulgaris* em laboratório, com vistas à futura reprodução desta espécie fora do seu habitat natural. Ou, como diria Delgado (2011), estes experimentos que devem ser cada vez mais ousados, aumentando-se cada vez mais a quantidades de espécies experimentadas neste sistema, são fundamentais para otimizarmos a densidade de cultivo da espécie e a sua adaptação em sistemas de recirculação para fins produtivos.

6. REFERÊNCIAS

BARRAL, M.F; Perda de Carga. Disponível em:

http://www3.fsa.br/LocalUser/barral/Op_unit/Perda_de_carga.pdf. > Acesso em: 02/08/2011.

BLANCHETON, J.P.; Developments in recirculation systems for Mediterranean fish species. **Aquacultural Engineering**, v.22, p.17-31 , 2000.

BOLETZKY, S. V., Elevage de cephalopodes em aquarium. **Vie et Milieu** v.24, p.309-340,1974.

BOLETZKY, S.V., HANLON, R.T., A review of the laboratory maintenance, rearing and culture of cephalopod molluscs. **Mem. Natl. Mus. Vic.** v.44, p.147– 187, 1983.

CAGNETTA, P.; SUBLIMI, A.; Productive performance of the common octopus (*Octopus vulgaris* C.) when fed on a monodiet. **CIHEAM - Options Mediterraneennes**, p. 331-336, 2000.

CAGNETA P.; Preliminary observations on the productive responses of the common octopus (*Octopus vulgaris* C.) reared free or in individual nets. **CIHEAM - Options Mediterraneennes**, p.323-329, 2000.

CARBÓ, E.R.A.; FURONES, M.D. Intelligent and multifunctional recirculation system. Its application in research at CA-IRTA. In: Seafarming –Today and Tomorrow Conference, Italy, 2002.

CARRASCO, J.F.; RODRIGUEZ, C. RODRÍGUEZ, M. Cultivo intensivo de paralarvas de pulpo (*Octopus vulgaris*, Cuvier 1797) utilizando como base de la alimentación zoeas vivas de crustaceos. In: IX CONGRESO NACIONAL DE ACUICULTURA, 2007, Cadiz. **Resumo**. IX Congreso Nacional de Acuicultura. Cadiz, Espanha, 12 a 16 maio de 2003.

CORTEZ, T., CASTRO, B.G., GUERRA, A. Feeding dynamics of *Octopus mimus* (Mollusca: Cephalopoda) in northern Chile waters. *Mar. Biol.* v.123, p.497-503. 1995.

CORRADINI, M.S., Montagem e manutenção de um aquário marinho para manutenção de invertebrados com fins didáticos, 30f, Relatório final apresentado ao Programa de Incentivo à Iniciação Científica do Centro Universitário Fundação Santo André, 2007.

DELGADO, M. et al ; Growth of *Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797) in tanks in the Ebro Delta (NE Spain): effects of temperature, salinity and culture density; **Scientia Marina**, Barcelona (Spain) v.75, p.53-59, 2011.

FAO, 2003a. Cephalopods commodity update. Disponível em: <http://www.globefish.org/publications/commodityupdate/200311/200311.htm>. >Acesso: 18.out.2011.

FAO. The state of world fisheries and aquaculture. **FAO Fisheries and Aquaculture Department**. Rome, 2008.

FAO. The state of world fisheries and aquaculture. **FAO Fisheries and Aquaculture Department**. Rome. p.197, 2010.

FAO. *World aquaculture 2010*. **FAO Fisheries and Aquaculture Department**. Technical Paper. Rome, 2011.

FERREIRA T.; **Melhora da composição bioquímica de *Artemia* para o cultivo de paralarvas de *Octopus vulgaris***, 39 f, Trabalho de pesquisa realizado como conclusão de curso apresentado ao departamento de Aqüicultura da Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.

FORSYTHE , J.W; HANLON, R. T.; A closed marine culture system for rearing *Octopus joubini* and other large-egged benthic octopods. **Laboratory Animals**, v.14, p.137-142,1980,

FUENTES, L. et al; Métodos de transporte de paralarvas y adultos de pulpo *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797. **Bol. Inst. Esp. Oceanogr.** v.21, p.155-162,2005.

GARCIA, G.B & GIMENEZ; Influence of diet on ongrowing and nutrient utilization in the common octopus (*Octopus vulgaris*). **Aquaculture**, v.211, p.171–182, 2002.

GLOBEFISH 2010. Octopus market report. Disponível em: <<http://www.globefish.org>> Acesso: 24.set. 2011.

GUERRA, A. Mollusca, Cephalopoda. In: Ramos, M. A. et al. (Eds). **Fauna Ibérica**, v.1. Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid. 1992

GUERRA. Determinación de las diferentes fases del desarrollo sexual de *Octopus vulgaris* mediante un índice de madurez. **Inv Pesq.** v.39, p. 397–416,1975.

GUERRA, A; Sobre la alimentación y el comportamiento alimentario de *Octopus vulgaris*. **Inv. Pesq.**, v.42, p.351-364. 1978.

HANLON, R.T.; MESSENGER, J.B. **Cephalopod behaviour**. Cambridge: Cambridge University, 1996.

HARTWICK, E.B.; AMBROSE, R.F.; ROBINSON, S.M.C.; Dynamics of shallow-water populations of *Octopus dofleini*. **Mar. Biol.**, v.82, p.65-72,1984.

HATANAKA, H.; Studies on the fisheries biology of common octopus off north-west coast of Africa.). **Bull. Far Seas Fish. Res.Lab**, v.17, p.13-124,1979.

IGARASHI, M. A; Situação atual e o potencial para o desenvolvimento do cultivo de polvo no Brasil; Rev. Acad., **Ciênc. Agrár. Ambient.**, Curitiba, v. 8,p. 417-427, 2010.

IGLESIAS et al; Rearing of *Octopus vulgaris* paralarvae: Present status, bottlenecks and trends. **Aquaculture**, v. 266, p. 1-15,2007.

IGLESIAS, J.; SANCHEZ, F.J.; OTERO, J.J.; MOXICA, C. Culture of octopus (*Octopus vulgaris*, Cuvier): present knowledge, problems and perspectives. Recent advances in Mediterranean aquaculture finfish species diversification. **CIHEAM, Cah. Options Mediterr.** v.47, p. 313– 322, 2000.

ITAMY, K.; IZAWA, Y.; MAEDA, S.; NAKAI, K. Notes on the laboratory culture of the octopus larvae. **Bull. Japão. Soc. Sci. Fish**, v.29, p. 514– 520, 1963.
Kreuzer, R., Cephalopods: handling, processing and products. FAO Fish. **Tech. Pap.** 254, 1984.

ITAMY, K., et al., Notes on the laboratory culture of octopus larvae.
Bull.Jap.Soc.Scient.Fish., v.29, p. 514-520, 1963.

JIMÉNEZ, M.L.B et al.; Madurez gonádica del pulpo *Octopus vulgaris* en el Golfo de México:análisis macroscópico y microscópico.Universidad Autónoma de Campeche.48 p, 2008.

KOUETA,N.; BOUCAUD-CAMOU, E.; RENOU, A.M; Seasonal change in gonadotropic mitogenic activity of the optic gland of the cuttlefish *Sepia officinalis* L. during sexual maturation; **J. Mar. Biol. Assoc.** v.5, p.391–404, 1995.

KREUZER, R., Cephalopods: handling, processing and products. **FAO Fish. Tech. Pap.** v.254, p.108, 1984.

LMM. Laboratório de Moluscos Marinhos. 2010. Disponível em: <<http://www.lmm.ufsc.br>> Acesso em: 10.10.2011.

MANGOLD, K.; BOLETZKY, S.; New data on reproductive biology and growth of *Octopus vulgaris*, **Mar. Biol.** v.19, p. 7– 12, 1973.

MANGOLD, K.; *Octopus vulgaris*. In: Boyle, P. Cephalopod Life Cycles. Vol. I, **Academic Press**, London, p. 335-364, 1983.

MARLIN. MarLIN Biology and sensitivity key information sub-programme. Disponível em: <www.marlin.ac.uk >. Acesso: 12.10.2011.

MOXICA, C. et AL; Cultivo intensivo de paralarvas de pulpo, *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797, en tanques de 9m³. **Bol. Inst. Esp. Oceanogr.** V.18, p.31-36, 2002

MILLERO, F.J.; SOHN, ML; Chemical Oceanography, CRC Press, Boca Raton 2nd edition. 1996.

MILIOU, H. et al.; Combined effects of temperature and body weight on growth and protein utilization of the common octopus, *Octopus vulgaris*. **Aquaculture** v.249, p.245–256, 2005.

NIGMATULLIN, C.M.; OSTAPENKO, A.A.; Feeding of *Octopus vulgaris* Lam. From the Northwest African Coast. **ICES**, p.1-15, 1976.

OSTRENSKY, A.; BORGUETTI, J. R.; SOTO, D. (Orgs.) Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer. Brasília, 2008.

PETZA, D. et al; Investigation of the potencial effect of diet, body mass and maturity on growth and feed performance of common octopus *Octopus vulgaris*: an information theory approach. **Aquaculture Nutrition**, v.17, p.348–361, 2011.

PORTO, C.C.P; **Desempenho de um tratamento de efluentes para a aquicultura: A recirculação como uma alternativa sustentável.** 2010. 132 f. Dissertação (para obtenção do Título de Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento) - Curso de Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Departamento de Zootecnia, UFRGS, Porto Alegre, 2010.

RIOS, E.C. Compendium of Brazilian Seashells. 1st ed. Porto alegre: **Evangraf**, 2009.

RODRÍGUEZ, C.; CARRASCO, J.F.; ARRONTE, J.C.; RODRÍGUEZ, M. 2006. Common octopus (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797) juvenile ongrowing in floating cages. **Aquaculture**, Espanha, v. 254, p. 293-300, 2006.

SEIXAS, P.F; Composición bioquímica y crecimiento de paralarvas de pulpo (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797), alimentadas con juveniles de *Artemia* enriquecidos con microalgas y otros suplementos nutricionales. **Aquaculture** v.283, p.83–91, 2008.

TEIXEIRA, P.B.; **Biologia reprodutiva do polvo *Octopus vulgaris*.** 2011. 54f. Dissertação (para obtenção do Título de Mestre em Aquicultura) – Curso do

programa de Pós-graduação em Aquicultura, Departamento de Aquicultura, UFSC, Florianópolis, 2011.

WELLS, M.J. et al. Diurnal changes in activity and metabolic rate in *Octopus vulgaris*. **Mar. Behav. Physiol.** v.9, p.275– 287, 1983.

WELLS, M. J. *Octopus: Physiology and behaviour of an advanced invertebrate*. Londris: Ed. Chapman and Hall, p.398, 1978.

WIK, T.E.E.; LINDÉN, B.T; WRAMNER, P.I.; Integrated dynamic aquaculture and wastewater treatment modeling for recirculating aquaculture systems. **Aquaculture**. v.287, p. 361-370, 2009.

WOODINSKY J; Hormonal inhibition of feeding and death in *Octopus*: control by optic gland secretion. **Science**, v.198, p.948-951. 1977.

VALVERDE, J.C ; GARCIA B.G; Suitable dissolved oxygen levels for common octopus (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797) at different weights and temperatures: analysis of respiratory behavior. **Aquaculture**, v.244, p.303–314, 2005.

VAN RIJN, J. The potential for integrated biological treatment systems in recirculating fish culture. **Aquaculture**, v.139, p.181-201, 1996.

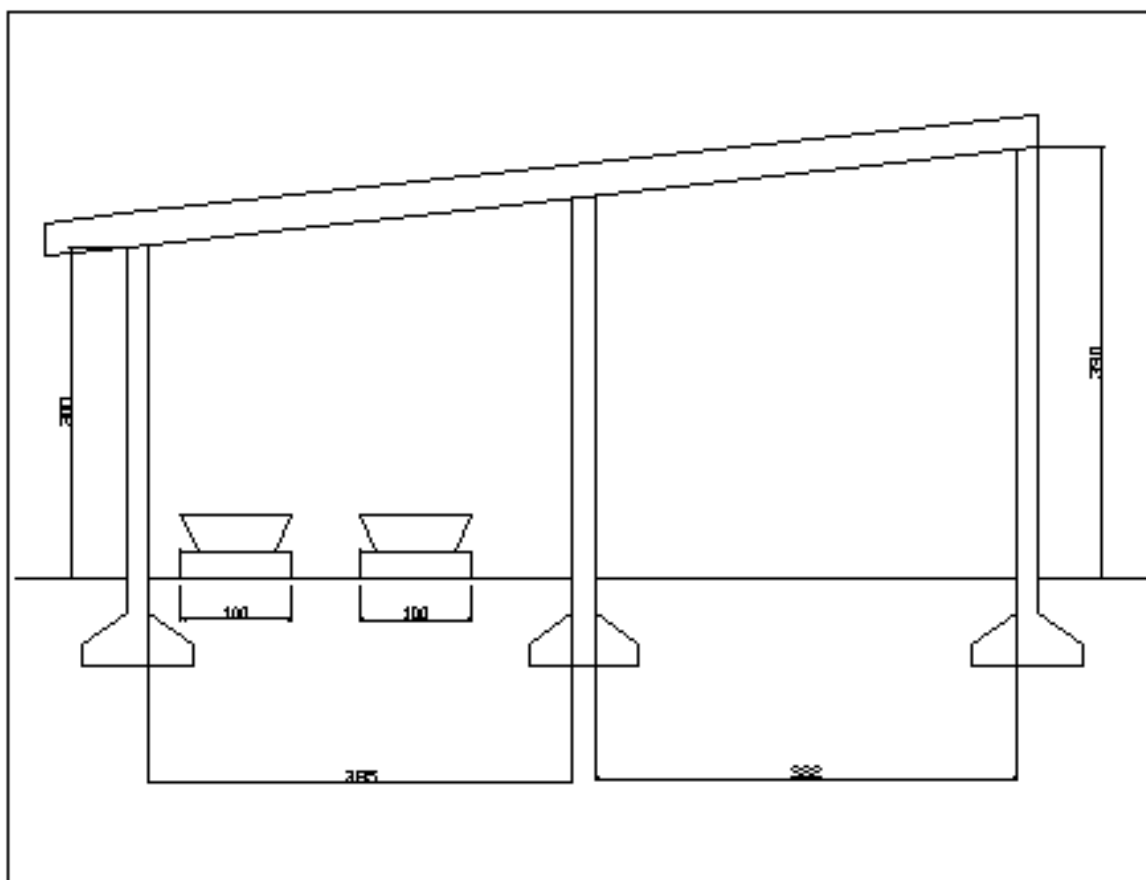
VAZ- PIRES P. et al; Aquaculture potential of the common octopus (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797): a review. **Aquaculture**, v.238, p.221–238, 2004.

VILLANUEVA, R. Experimental rearing and growth of planktonic *Octopus vulgaris* from hatching to settlement. **Can. J. Fish. Aquatic Science**, v.52, p.2639-2650, 1995.

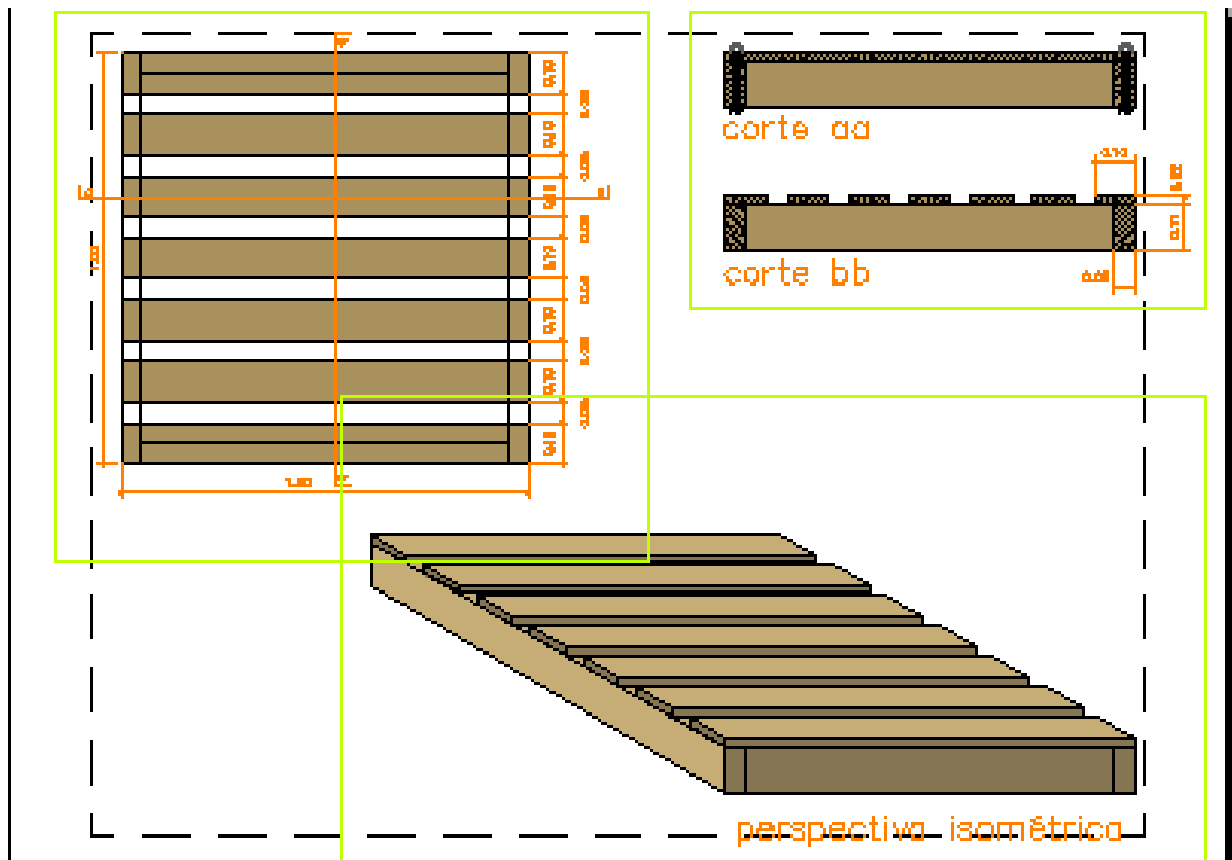
ZUNIGA, O.; OLIVARES, A.; RETAMALES, E.; Desarrollo de tecnología para la producción masiva de juveniles de *Octopus mimus*, Informe final Proyecto FN.D.R. 1995.

7. ANEXOS

Anexo 1 – Vista frontal do sistema (escala 1:1)



Anexo 2: Dimensionamento do estrado.



Anexo 3: Modelos de filtro Jacuzzi®, em vermelho detalhe do modelo escolhido para o sistema.

MODELO DO FILTRO		BOMBA		ÁREA TOTAL DE FILTRAÇÃO (M2)	VAZÃO (M3/H)	VOLUME DA PISCINA (M3)			AREIA (KG)	DIÂMETRO DOS BOCAIS (MM)			DIMENSÕES (MM)					
MOTOR ELÉTRICO		MODELO	POTÊNCIA (CV)			TEMPO DE RECIRCULAÇÃO (H)				BOMBA		VÁLVULA SELETORA						
MONOFÁSICO	TRIFÁSICO					6	8	12		SUCCÃO	DESCARGA							
SISTEMA COM UM TANQUE																		
15TP1-M	15TP1-T	3A	1/3	0,11	4,1	25	33	49	50	50	50	50	207	565	720	400	620	325
19TP2-M	19TP2-T	5A	1/2	0,19	6,9	41	55	83	125	50	50	50	207	685	840	500	720	375
22TP3-M	22TP3-T	7A	3/4	0,25	9,0	54	72	108	150	50	50	50	207	720	875	580	800	415
26TP4-M	26TP4-T	1A	1	0,34	12,5	75	100	150	200	50	50	50	207	775	930	690	913	470
30TP5-M	30TP5-T	15B	1,1/2	0,47	17,3	104	138	208	250	60	60	50	227	815	970	805	1070	550
SISTEMA COM DOIS TANQUES																		
219TP4-M	219TP4-T	1A	1	0,38	13,8	83	110	166	250	50	50	50	207	685	840	1200	720	220
222TP5-M	222TP5-T	15B	1,1/2	0,50	18,0	108	144	216	300	60	60	50	227	720	875	1360	840	240
226TP6-M	226TP6-T	2B	2	0,68	25,0	150	200	300	400	60	60	50	227	775	930	1580	955	325
230TP7-M	230TP7-T	3B	3	0,94	34,6	208	276	416	500	60	60	50	227	815	970	1810	1070	355

Anexo 4: Perdas de carga em acessórios.



MANUAL TÉCNICO

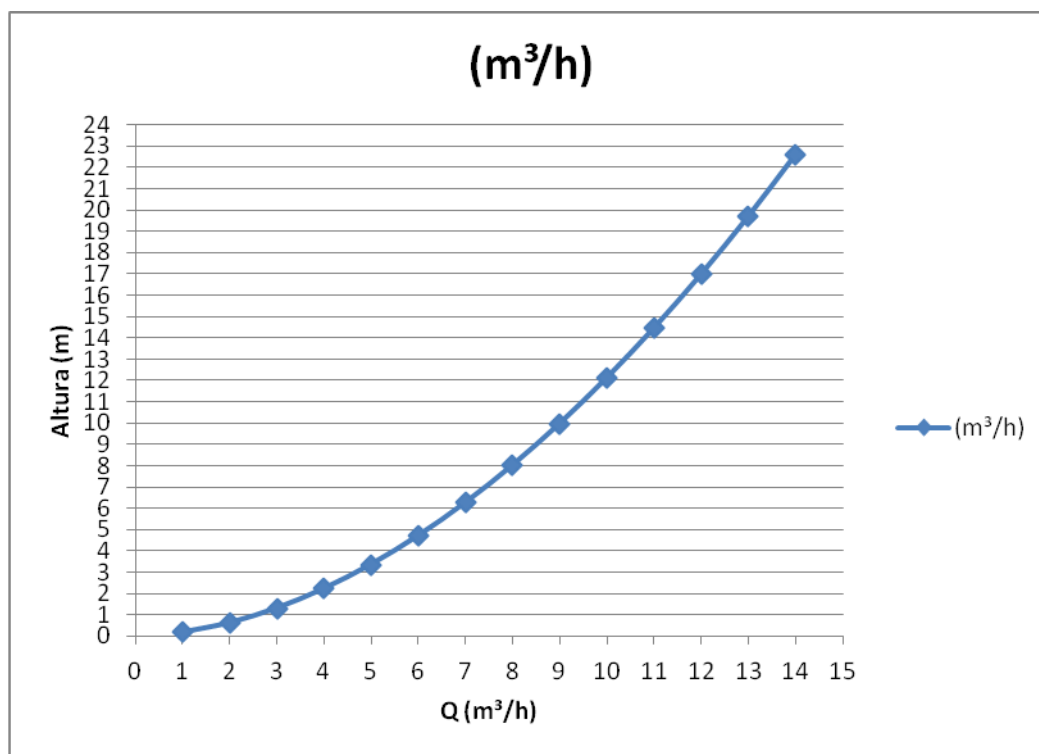
TABELA 7 - PERDA DE CARGA EM ACESSÓRIOS										
Tabela de perdas de cargas localizadas em conexões, considerando-se os comprimentos equivalentes em metros de canalização.										
CONEXÃO	Diâmetro nominal X Equivalente em metros de canalização									
	MATERIAL	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"
Curva 90°	PVC	0,5	0,5	0,7	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,9
	Metali	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,3	1,6	2,1
Curva 45°	PVC	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
	Metali	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9
Joelho 90°	PVC	1,2	1,5	2,0	3,2	3,4	3,7	3,9	4,3	4,9
	Metali	0,7	0,8	1,1	1,3	1,7	2,0	2,5	3,4	4,2
Joelho 45°	PVC	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,7	1,8	1,9	2,5
	Metali	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,2	1,5	1,9
Tê de passagem direta	PVC	0,5	0,5	1,5	2,2	2,3	2,4	2,5	2,8	3,3
	Metali	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	2,1	2,7
Tê de saída lateral	PVC	2,4	3,1	4,8	7,3	7,6	7,8	8,0	8,3	10,0
	Metali	1,4	1,7	2,3	2,8	3,5	4,3	5,2	6,7	8,4
Tê de saída bilateral	PVC	2,4	3,1	4,8	7,3	7,6	7,8	8,0	8,3	10,0
	Metali	1,4	1,7	2,3	2,8	3,5	4,3	5,2	6,7	8,4
União	PVC	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,2	0,25
	Metali	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04
Saída de canalização	PVC	0,9	1,3	1,4	3,2	3,3	3,5	3,7	3,9	4,9
	Metali	0,5	0,7	0,9	1,0	1,5	1,9	2,2	3,2	4,0
Linha de redução (*)	PVC	0,3	0,2	0,15	0,4	0,7	0,8	0,85	0,95	1,2
	Aço	0,29	0,16	0,12	0,38	0,54	0,71	0,78	0,9	1,07
Registro de gaveta ou esfera aberto	PVC	0,2	0,3	0,4	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1
	Metali	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	0,9
Registro de globo aberto	PVC	8,7	8,2	11,3	13,4	17,4	21,0	26,0	34,0	43,0
	Metali	3,8	4,8	5,8	6,7	8,5	10,0	13,0	17,0	21,0
Válvula de pé com eixo	PVC	9,5	13,3	15,3	18,3	23,7	25,0	26,8	28,8	37,4
	Metali	5,6	7,3	10,0	11,6	14,0	17,0	22,0	23,0	30,0
Válvula de Retenção	Horizontal	1,6	2,1	2,7	3,2	4,2	5,2	6,3	6,4	10,4
	Vertical	2,4	3,2	4,0	4,8	6,4	8,1	9,7	12,9	16,1

OBSERVAÇÕES:

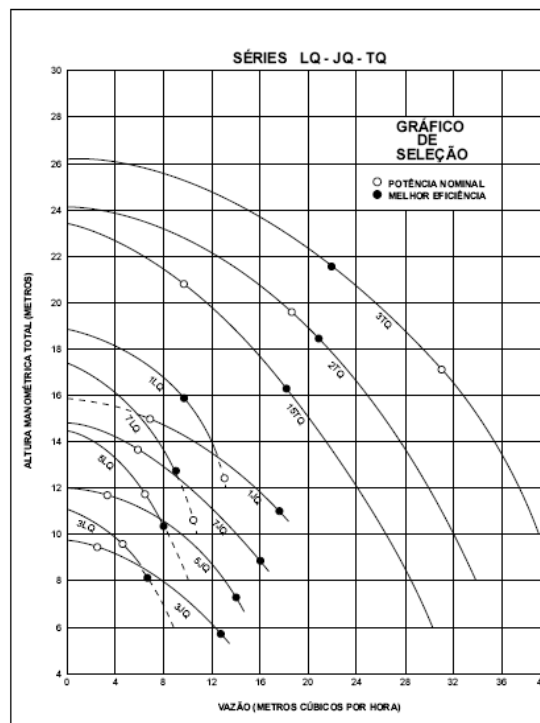
a - Os valores acima estão de acordo com a NBR 5625/2 e Tabela de Perda de Targa de Tige para PVC rígido e coque, e NBR 5202 e Tabela de Perda de Carga Tupy para ferro fundido galvanizado, bronze ou latão.

b - (*) Os diâmetros indicados referem-se à menor bitola de reduções cônica, com fluxo de maior para a menor bitola, sendo a bitola maior uma redução cônica de menor.
Ex.: 1,1/4" x 1" - 1,1/2" x 1,1/4"

Anexo 5: Gráfico teórico do dimensionamento do sistema.



Anexo 6: Gráfico motobombas comerciais.



Anexo 7: Tabela rendimentos de motobomba. Detalhe em vermelho da motobomba escolhida.

TABELA DE SELEÇÃO

MODELO		CV	ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL (METROS)												ALTURA MÁXIMA S/ VAZÃO
MOTOR ELÉTRICO			6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	22	24	
MONOF.	TRIF.		VAZÃO (METROS CÚBICOS POR HORA)												
3LQ-M	3LQ-T	1/3	8,8	7,8	6,7	5,3	3,8								11,0
5LQ-M	5LQ-T	1/2			10,0	9,4	8,5	6,2	2,1						14,4
7LQ-M	7LQ-T	3/4				11,4	10,8	9,6	7,6	4,2					17,4
1LQ-M	1LQ-T	1						13,2	11,7	9,6	4,6				18,8
3JQ-M	-	1/3	12,0	9,9	7,7	5,0									9,8
5JQ-M	-	1/2		14,6	13,0	11,2	9,1								12,0
7JQ-M	-	3/4				15,7	14,0	10,0	4,6						14,7
1JQ-M	-	1						15,4	10,5						15,9
15TQ-M	15TQ-T	1.1/2	30,3	29,5	28,5	27,6	26,5	24,2	21,6	18,6	15,3	11,6	6,4		23,4
2TQ-M	2TQ-T	2			34,0	33,2	32,2	30,2	27,8	25,2	22,0	17,6	12,4		24,2
3TQ-M	3TQ-T	3					39,2	37,6	35,6	33,0	29,8	25,8	21,0	15,0	26,2